



LOOKING AT WHAT ONE BELIEVES

Indagine sulla Relazione tra Movimenti Oculari e Associazioni Implicite

Di

Maria Laura Mele

Tutor

Prof. Stefano Federici

Cotutor

Prof. Aldo Stella

Prof.ssa Marta Olivetti Belardinelli

Submitted to the Department of Psychology

in partial fulfillment of the requirements for the degree of

Doctor of Philosophy in Cognitive Psychology, Psychophysiology and Personality

Aprile 2013

Indice

Introduzione	5
1 I processi sociali impliciti	15
1.1 Introduzione.....	15
1.2 Inconscio e implicito.....	15
1.3 I processi sociali impliciti	21
1.4 L'atteggiamento: definizioni e modelli	25
1.4.1 I modelli multicomponenziali dell'atteggiamento	28
1.4.2 Modello unitario: atteggiamenti impliciti <i>versus</i> atteggiamenti espliciti.....	30
1.5 Le misure implicite nello studio della cognizione sociale	34
1.5.1 La valutazione degli atteggiamenti impliciti	38
1.6 Conclusioni	46
2 La cognizione sociale <i>embodied</i>	48
2.1 Introduzione.....	48
2.2 L' <i>embodied cognition</i>	49
2.2.1 Le differenti accezioni del concetto di <i>embodiment</i>	51
2.3 L' <i>embodiment</i> della cognizione sociale.....	57
2.4 La simulazione <i>embodied</i> nei processi di cognizione sociale.....	63
2.4.1 La teoria delle emozioni	64
2.4.2 La teoria della memoria.....	66
2.4.3 La teoria dei sistemi di simboli percettivi.....	67
2.4.4 La teoria dell'intersoggettività.....	68
2.5 I processi di <i>embodiment</i> alla base degli atteggiamenti	69
2.6 Conclusioni	73
3 L'<i>eye-tracking</i> nello studio della cognizione: revisione critica	75
3.1 Introduzione.....	75
3.2 Che cos'è l' <i>eye-tracking</i>	76
3.3 Revisione: obiettivi e metodo.....	78
3.4 Metodi e tecniche di <i>eye-tracking</i>	82
3.5 L'utilizzo dell' <i>eye-tracking</i> per l'analisi dei processi cognitivi	90
3.5.1 Le caratteristiche del movimento oculare.....	91
3.5.2 Il ruolo del movimento oculare nell'integrazione dell'informazione	92
3.5.3 Meccanismi neuropsicologici coinvolti in compiti di natura visiva	94
3.5.4 L' <i>eye-tracking</i> d'individui in età dello sviluppo	96
3.6 L' <i>eye-tracking</i> nello studio dei processi impliciti	100
3.7 Conclusioni	104
4 La relazione tra i movimenti oculari e gli atteggiamenti impliciti: indagine sperimentale	107

4.1	Introduzione.....	107
4.2	Obiettivo e ipotesi.....	108
4.3	Esperimento 1: studio pilota.....	109
4.3.1	Disegno sperimentale.....	109
4.3.2	Metodo.....	110
4.3.3	Risultati.....	114
4.3.4	Discussioni.....	116
4.4	Esperimento 2	119
4.4.1	Disegno sperimentale.....	119
4.4.2	Metodo.....	121
4.4.3	Risultati.....	123
4.4.4	Discussioni.....	129
4.5	Conclusioni	135
	Conclusioni	138
	Bibliografia	148

Introduzione

L'idea di intraprendere un'indagine esplorativa sui meccanismi impliciti coinvolti nell'elaborazione dell'informazione visiva nasce da un percorso di ricerca condotto a partire dal 2008 nell'ambito dello studio dell'interazione individuo-tecnologia. Questo percorso è frutto della collaborazione multidisciplinare tra la Cattedra di Psicologia Generale della Facoltà di Scienze della Formazione e il Dipartimento di Ingegneria Informatica ed Elettronica (DIEI) dell'Università di Perugia che, con il supporto dell'Istituto per la Riabilitazione, l'Integrazione e l'Inserimento di Persone con Disabilità *Leonarda Vaccari* di Roma, ha dato luogo a differenti studi sperimentali in tema di usabilità e di *user-experience* delle interfacce visive grafiche e complesse in ambiente web (Borsci et al In Press; 2012a; 2012b; 2008; Federici & Scherer 2012; Federici et al 2011; 2010a; 2010b; 2008; Mele et al 2012; 2011a; 2011b; 2010; 2009; Miesenberger et al 2012; Rugo et al 2009), in contesti riabilitativi (Amantis et al 2011; Federici et al 2011; Mele & Federici 2012a) e nell'esperienza multisensoriale della *visual art* (Corradi et al 2011).

Seppur differenziati negli obiettivi, questi studi condividono la prospettiva secondo cui l'interazione tra l'individuo e l'ambiente tecnologico costituisce una *gestalt* intrasistemica che non può essere studiata al di fuori dell'esperienza soggettiva della relazione con l'oggetto (Olivetti Belardinelli 1973). Per questo motivo, l'intento comune alla base delle indagini svolte è stato quello di orientare le scelte metodologiche in linea con un modello – il modello biopsicosociale – che permettesse di osservare la relazione individuo-ambiente tecnologico non come la semplice somma delle componenti oggettive (le caratteristiche e le funzioni

dell'artefatto) e soggettive (le necessità e i bisogni dell'individuo) dell'interazione, ma come un processo dinamico e mutuale in cui il comportamento umano è il risultato dell'interazione tra caratteristiche personali, sociali e ambientali (Federici & Scherer 2012). La tecnologia, dunque, non è stata indagata esclusivamente come un oggetto le cui *affordances* emergono durante l'interazione utente-tecnologia (Gibson 1979) ma come una "psicotecnologia" che, nell'esperienza dell'interazione, diviene parte ed estensione del soggetto stesso (De Kerckhove 1991; 1995), emulando, estendendo, ampliando e modificando le funzioni senso-motorie, psicologiche e cognitive della mente (Federici & Scherer 2012).

La riflessione da cui ha origine l'indagine oggetto di questo lavoro è il risultato dell'applicazione del modello biopsicosociale allo studio dell'esperienza psicotecnologica. Negli studi condotti è emerso infatti che affinché una tecnologia abbia un buon livello di usabilità è necessario che sia garantita, allo stesso tempo, una buona *user-experience*, dimensione soggettiva che concerne gli aspetti esperienziali, affettivi e semantici dell'interazione con il sistema tecnologico (Norman et al 1995). Dal momento che, per l'utente, il sistema tecnologico è l'interfaccia – luogo di mediazione di significati tra il modello concettuale del sistema e il modello mentale dell'utente – l'interesse del percorso del gruppo di ricerca si è rivolto verso metodi e tecniche che possano garantire la fruibilità delle interfacce – nello specifico interfacce visive – a partire dalla variabilità delle differenze individuali nell'esperienza dell'interazione.

Tuttavia, le attuali tecniche di valutazione della qualità dell'interazione sono ancora limitate a misure d'indagine dirette che fanno uso di questionari e *report* di valutazione della soddisfazione e del gradimento dell'interazione. Queste tecniche

hanno il vantaggio di individuare, in modo efficace ed economico, i punti di forza e i punti di debolezza dell'interfaccia connessi all'esperienza esplicita dell'utente in un determinato ambiente e contesto sociale d'uso ma, a causa delle limitazioni che caratterizzano la misurazione diretta (discusse nel Capitolo 1), esse escludono dalla valutazione le componenti comportamentali, affettive e cognitive alla base dell'interazione, non direttamente riferibili perché non accessibili a un livello di consapevolezza. Queste componenti riguardano i bisogni, le motivazioni e gli atteggiamenti impliciti che guidano l'utente nell'uso della tecnologia.

Questo lavoro nasce dalla necessità di individuare e mettere a punto strumenti di valutazione dell'interazione con interfacce visive che affianchino le misure dirette correntemente in uso e che siano in grado di cogliere anche gli aspetti non consapevoli che guidano il comportamento nella fruizione di un sistema. Per questo motivo, facendo tesoro delle principali teorie sui processi sociali impliciti di riferimento e, in particolare, di una delle più accreditate tecniche d'indagine dei processi impliciti, ossia l'*Implicit Association Test* (IAT) di Antony Greenwald e Mahzarin Banaji (1998; 2003), le domande attorno alle quali si sviluppa la nostra indagine sono le seguenti: può la modalità di esplorazione dell'interfaccia visiva predire informazioni sui processi impliciti? Quali componenti del movimento oculare mediano la fruizione delle informazioni del sistema rappresentate dall'interfaccia? Possiamo trarre beneficio dalle tecniche d'indagine dei processi impliciti esistenti per migliorare l'interazione attraverso tecniche indirette/implicite di valutazione della *user-experience*?

Lo IAT si fonda su un paradigma di categorizzazione degli stimoli che permette di studiare la forza dei legami associativi tra concetti rappresentati in memoria.

L'ipotesi alla base è che a una maggiore forza dell'associazione tra un concetto e

un attributo corrisponda un minore carico cognitivo in termini di velocità e in accuratezza della risposta (Greenwald et al 1998). Pertanto, maggiore sarà la forza dell'associazione tra due concetti, più semplice sarà il compito di categorizzazione laddove la combinazione tra concetto e attributo corrisponde all'associazione implicita attesa (De Houwer 2003). Lo IAT è una procedura utile a indagare la forza del *bias* alla base di differenti costrutti psicologici, come gli atteggiamenti, gli stereotipi, i pregiudizi o l'autostima, tuttavia, dal momento che le restrizioni strutturali dello strumento limitano l'indagine dei *bias* a concetti dicotomici (p.e., credente *vs* ateo; conservatore *vs* progressista), il paradigma dello IAT non è applicabile all'analisi di informazioni multidimensionali, come spesso accade per le informazioni mediate dalle funzioni di un'interfaccia visiva.

Si è rivelato necessario, quindi, ipotizzare metodologie d'indagine di misure implicite che siano applicabili all'analisi della complessità dell'interazione intrasistemica utente-tecnologia e che non siano, allo stesso tempo, vincolate all'utilizzo di strumentazioni estremamente costose, come, ad esempio, i sistemi di *eye-tracking* attualmente in commercio. In primo luogo, è stato quindi necessario mettere a punto un sistema di *eye-tracking* a basso costo – che integra due software *open-source* di tracciamento e analisi dei movimenti oculari a tecnologie hardware indipendenti (webcam o videocamere a infrarossi) montate su differenti supporti (*head-mounted* o remoto) – e osservarne l'applicabilità all'indagine dei processi impliciti coinvolti nell'esplorazione dell'informazione visiva (le caratteristiche della strumentazione e della metodologia utilizzate saranno descritte nei Capitoli 3 e 4).

A questo scopo è stato condotto uno studio pilota per comprendere a che livello la metodologia di tracciamento oculare proposta fornisca misure indirette indicative

di processi impliciti sottostanti. Lo studio si sviluppa attraverso un disegno sperimentale *within subjects* a due condizioni ed è mirato a indagare, nello specifico, la relazione tra le misure implicite ottenute attraverso uno IAT che valuta il *bias* implicito nei confronti di un'etnia (caucasica vs africana) e le principali componenti comportamentali del movimento oculare – ossia il numero e la durata delle fissazioni – osservate per mezzo della metodologia dell'*eye-tracking* durante lo svolgimento dello IAT. I risultati ottenuti nello studio pilota confermano l'applicabilità dell'*eye-tracking* all'analisi di misure implicite in differenti campi di applicazione, dal momento che, prese complessivamente, le due principali variabili del comportamento oculare – ossia il numero e i tempi di fissazione – mostrano una tendenza predittiva dell'atteggiamento implicito.

L'esperimento pilota proposto ha costituito il primo passo per comprendere la fattibilità dell'applicazione di nuove tecniche d'indagine dei processi impliciti allo studio dell'interazione con le interfacce visive; tuttavia, i risultati emersi non hanno fornito informazioni sufficienti per comprendere quali componenti del movimento oculare mediano i processi impliciti alla base dell'elaborazione dell'informazione e in che misura queste componenti sono in grado di predire informazioni sugli attributi psicologici impliciti alla base del processo di elaborazione.

Con questo obiettivo è stato condotto un secondo esperimento alla base del quale vi è l'ipotesi che a differenti atteggiamenti impliciti verso una categoria sociale corrispondano differenti modalità senso-motorie di esplorazione durante l'elaborazione di stimoli la cui valenza è in grado di elicitare il *bias* cognitivo alla base dell'atteggiamento. In particolare, in linea con i primi risultati emersi nello studio pilota, è stata attesa una relazione positiva tra la forza della valutazione

automatica, misura indiretta di atteggiamento implicito ottenuta attraverso lo IAT, e numero e durata delle fissazioni oculari, misure comportamentali che descrivono il movimento oculare nell'esplorazione degli stimoli rilevanti per l'atteggiamento implicito.

Il paradigma teorico alla base di queste ipotesi è quello dell'*embodied cognition*, secondo cui la cognizione umana sarebbe il risultato di meccanismi senso-motori. Le teorie dell'*embodied cognition* sottolineano che l'elaborazione dell'informazione avviene attraverso meccanismi di *embodiment* di tipo *bottom-up*, in cui le esperienze corporee influenzano i processi cognitivi di alto livello (Barsalou 1999), e meccanismi di tipo *top-down*, in cui la cognizione influisce direttamente sui processi senso-motori (Casasanto 2009; Barsalou 1999). Tuttavia, poiché il numero di studi che indaga esplicitamente attributi psicologici impliciti come gli atteggiamenti attraverso la prospettiva dell'*embodied cognition* è, allo stato attuale, ridotto (vedi Capitolo 2), questa ricerca intende fornire l'*insight* esplorativo necessario per sviluppare una maggiore comprensione del coinvolgimento dei meccanismi oculo-senso-motori nella cognizione sociale implicita degli esseri umani.

Il secondo esperimento consiste in una revisione del disegno sperimentale dello studio pilota ed è mirato a verificare la natura *embodied* di tipo *top-down* dei meccanismi oculo-senso-motori alla base dell'esplorazione visiva dell'informazione, in linea con i più recenti studi delle teorie dell'*embodiment* che sottolineano l'influenza della cognizione sociale su variabili corporee come posture o movimenti. L'esperimento ha coinvolto un campione rappresentativo di soggetti, tutti di etnia europea, attraverso un disegno *between subjects* a due condizioni sperimentali che ha permesso l'indagine sistematica degli stili di

esplorazione visiva sull'interfaccia di uno IAT "Bianchi-Neri" in modo da individuare eventuali influenze non connesse a processi sociali impliciti, come l'effetto della lateralizzazione sulla modalità di indagine dei contenuti. I risultati complessivi ottenuti evidenziano la natura *embodied* di tipo *top-down* dei movimenti oculari e confermano il carattere predittivo di latenza e numero di fissazioni rispetto alla forza dell'atteggiamento implicito nei confronti delle informazioni di natura sociale. Ulteriormente, dallo studio emerge che un significativo incremento dell'attività oculo-senso-motoria in corrispondenza di stimoli di appartenenza categoriale saliente (livello semantico-cognitivo) – come ad esempio l'etnia africana per persone di origine europea – può essere considerato come un valido indicatore di atteggiamenti impliciti connessi alla natura dello stimolo stesso.

Con la conferma dell'ipotesi di una diretta relazione tra i movimenti oculari e gli atteggiamenti impliciti, il presente lavoro risponde affermativamente alle domande che hanno dato origine all'indagine, confermando il valore predittivo dei meccanismi sensoriali e motori coinvolti nell'esplorazione di un'interfaccia visiva rispetto al contenuto di attributi psicologici impliciti come gli atteggiamenti. In particolare, un incremento del numero e della durata delle fissazioni oculari sembra indicativo della salienza dei contenuti dell'informazione mediata dall'interfaccia visiva, nel nostro caso dallo IAT.

L'originalità del lavoro consiste nell'aver evidenziato il potenziale predittivo di misure implicite da parte della metodologia dell'*eye-tracking*, le cui possibilità di applicazione coinvolgono differenti campi di ricerca, dall'indagine dell'interazione uomo-macchina agli studi sulla cognizione sociale come, ad esempio, gli studi sugli atteggiamenti, l'autostima o il concetto di sé.

Ulteriormente, il lavoro mette in luce le potenzialità della tecnologia di *eye-tracking* a basso costo e *open-source* che, grazie all'indipendenza tra software e hardware e alla flessibilità di questi ultimi, permette allo sperimentatore o al valutatore di personalizzare struttura e funzioni dello strumento, in linea con le specifiche necessità del *setting*.

In questo studio è quindi formulato un paradigma di partenza da cui sviluppare un modello predittivo necessario per mettere a punto nuove metodologie di valutazione dell'interazione con interfacce visive, e per implementare e/o riprogettare attraverso modalità *user-centered* nuove interfacce che garantiscano l'esperienza psicotecnologica in linea con i bisogni e le necessità dell'utente.

Resta tuttavia da chiarire in che modo le misure comportamentali del movimento oculare ci permettano di eludere i vincoli della modalità polarizzata di rappresentazione dell'informazione dello IAT. Per poter rispondere a questa domanda sarà necessario indagare se l'effetto individuato in questo lavoro si verifica anche nelle interfacce visive complesse in corrispondenza di informazioni multidimensionali e non polarizzate. Questo tipo d'indagine permetterebbe di verificare l'applicabilità della metodologia di *eye-tracking* alla valutazione della dimensione implicita dei processi d'interazione con interfacce visive complesse come, ad esempio, le interfacce grafiche. Parallelamente, un'ulteriore questione che emerge dai risultati ottenuti riguarda il ruolo delle differenze individuali nelle strategie di esplorazione visiva rispetto alla salienza dell'informazione presentata e agli atteggiamenti impliciti a essa connessi. In particolare, tra gli sviluppi futuri, è prevista l'indagine dell'influenza sulla *performance* di caratteristiche individuali come genere e lateralità.

Il lavoro, in sintesi, si sviluppa attraverso le seguenti sezioni:

- I. Il primo capitolo è dedicato alla descrizione dell'oggetto di analisi dello studio, ossia i processi impliciti. In questa sezione, la definizione d'implicito è illustrata alla luce dei differenti approcci teorici nelle scienze psicologiche con lo scopo di descrivere il modello teorico di riferimento dell'indagine sperimentale. A seguire, sono quindi esposti i differenti modelli e teorie attinenti allo studio degli atteggiamenti e alla loro relazione con il comportamento, per meglio comprendere la natura degli atteggiamenti impliciti. Parte del capitolo è infine rivolta a delineare la distinzione tra misure indirette e misure implicite e a descrivere le principali metodologie e tecniche di analisi degli atteggiamenti impliciti utilizzate nella *social cognition*, con una particolare attenzione per lo strumento eletto per l'indagine sperimentale, l'*Implicit Association Test*.
- II. Nel secondo capitolo è illustrato il paradigma teorico di riferimento del presente studio: l'*embodied cognition*. A partire da una descrizione comprensiva del concetto di *embodiment* alla luce delle differenti prospettive di riferimento, è qui sviluppata una rassegna delle principali teorie dell'*embodied simulation* che si focalizzano sui meccanismi di *social embodiment* di tipo *top-down*. Particolare attenzione è infine rivolta agli studi riguardanti l'indagine dell'influenza degli atteggiamenti sui meccanismi senso-motori coinvolti nei processi di adattamento.
- III. Il terzo capitolo introduce la metodologia adottata per l'indagine sperimentale: l'*eye-tracking*. A partire da una breve introduzione storica, è illustrata una rassegna della produzione scientifica internazionale su attuali tecniche e metodi di tracciamento oculare applicati alla ricerca, con una particolare attenzione per le tematiche di studio attinenti agli scopi

dell'indagine, ossia l'analisi dei processi cognitivi e lo studio dei processi impliciti.

IV. Alla descrizione e discussione dell'indagine sperimentale condotta è dedicato il quarto capitolo. La ricerca presentata si sviluppa attraverso due esperimenti, controllati attraverso la metodologia dell'*eye-tracking*, mirati a comprendere il coinvolgimento dei meccanismi oculo-senso-motori negli atteggiamenti impliciti. Sono pertanto qui illustrati obiettivi, ipotesi e, successivamente, metodologia e risultati di ciascun esperimento. Il capitolo termina con una discussione complessiva dei risultati alla luce del quadro teorico di riferimento. I risultati ottenuti confermano il coinvolgimento dei meccanismi *embodied* nei processi di elaborazione di stimoli visivi di natura sociale, meccanismi che possono essere considerati, dunque, come predittivi di costrutti psicologici alla base, come, ad esempio, atteggiamenti, stereotipi, autostima e concetto di sé.

Data l'ampiezza della tematica in cui questo lavoro si inserisce, nei capitoli a seguire è stato scelto di dare spazio esclusivamente all'apparato teorico sotteso agli obiettivi sperimentali e alla descrizione della metodologia utilizzata per l'indagine, rimandando alle seguenti pubblicazioni il lettore interessato alla questione dell'esperienza psicotecnologica dell'interazione con interfacce visive:

- **Mele, M. L., & Federici, S. (2012).** A psychotechnological review on eye-tracking systems: Towards user experience. *Disability and Rehabilitation Assistive Technology*, 7(4), 261-281. doi:10.3109/17483107.2011.635326
- **Mele M. L., Federici, S., Borsci, S., Liotta, G. (2012).** User Experience Evaluation of WhatsOnWeb: A Sonificated Visual Web Search Clustering Engine. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*. ISSN 2150-7988 Volume 4 (2012) pp. 352–357.

1 I processi sociali impliciti

1.1 Introduzione

Il seguente capitolo intende fornire una panoramica dei processi impliciti alla luce delle teorie, dei modelli e delle metodologie più influenti nello studio della *social cognition*.

La prima parte di questa sezione è mirata a stabilire una *declaratio terminorum* utile a comprendere e inquadrare le peculiarità e le accezioni con cui sarà utilizzato il termine “implicito” lungo l’intero lavoro. Una volta definita la terminologia di riferimento, saranno quindi illustrate le principali teorie sui processi sociali impliciti, evidenziando in special modo la relazione tra questi e le manifestazioni del comportamento a essi connesse, la cui osservazione sistematica ne consente la misurazione indiretta.

Il capitolo proseguirà con una trattazione orientata a chiarire le principali differenze tra misure indirette e misure implicite. Infine, saranno discusse le principali metodologie e tecniche utilizzate per l’indagine quantitativa degli atteggiamenti, con una particolare attenzione all’*Implicit Association Test*, del quale saranno illustrati i limiti, i vantaggi e le ragioni del suo utilizzo nel paradigma sperimentale del presente studio.

1.2 Inconscio e implicito

Lo studio del pensiero non consapevole ha una tradizione che affonda le sue radici agli albori della psicologia dinamica e, a tutt’oggi, i processi mentali che esulano l’esperienza cosciente sono oggetto d’indagine all’interno del vasto panorama delle scienze della mente.

La produzione scientifica – risultante da differenti prospettive e discipline quali la psicologia cognitiva, la filosofia della mente, la ricerca clinica e le neuroscienze –, evidenzia una notevole specializzazione teoretica che si manifesta nell’eterogeneità delle definizioni utilizzate nel tentativo di inquadrare il complesso fenomeno dell’esperienza

cosciente. In particolare, termini quali “inconscio” – di matrice psicodinamica – e “implicito” – derivante dalla scienza cognitiva – hanno acquisito negli sviluppi dello studio della mente differenti definizioni coerenti con l’approccio metodologico adottato e si sono evoluti via via nelle accezioni semantiche di “contenuto di pensiero”, “processo mentale” o “sistema di elaborazione” (Dentale & Gennaro 2005).

Sebbene alcuni autori abbiano colto la sfida di indagare la natura del contenuto mentale inconscio per mezzo di metodi indiretti (p.e., Cheesman & Merikle 1984; McCauley et al 1980), le problematiche emerse nella misurazione del fenomeno hanno orientato la ricerca sui processi mentali inconsci verso una scelta metodologica – e di conseguenza terminologica – volta a superare l’*impasse* dello studio dell’inconscio attraverso un sistema di misura valido e attendibile. Tali problematiche sono infatti connesse all’impossibilità di definire l’esistenza di un contenuto o di un processo mentale inconscio se non attraverso una misura che permetta di discriminare tra fenomeni psicologici consapevoli e inconsapevoli, misura che deve necessariamente fare riferimento all’esperienza autoriferita dell’individuo (Eriksen 1963).

Lo studio dell’elaborazione inconsapevole è stato dunque tradizionalmente veicolato da metodi che adottano misure indirette (come, ad esempio, compiti di completamento di stimoli), molte delle quali tuttavia non sono risultate sufficientemente valide sia per la misurazione effettiva dell’oggetto di analisi, che per la capacità di discriminare tra processi o contenuti inconsapevoli (Shanks & John 1994). È stato infatti ampiamente evidenziato come questi metodi non siano pienamente conformi ai principi di esaustività e di esclusività che una forma di misura deve necessariamente rispettare per essere considerata valida (una descrizione delle principali caratteristiche delle misure indirette sarà presentata nel paragrafo 1.5).

Da qui la scelta metodologica di spostare l’interesse scientifico dal contenuto della consapevolezza dei fenomeni alle risorse attentive volontarie coinvolte nell’elaborazione dell’informazione, portando a un progressivo abbandono della dicotomia “conscio-

inconscio” a favore del binomio “esplicito-implicito”. In altre parole, il limite dato dall’impossibilità di misurare una proprietà considerata come univoca, del tipo “tutto-o-nulla” (De Houwer & Moors 2012), è stato superato da una prospettiva metodologica orientata sul processo piuttosto che sul contenuto, dando luogo, in tal modo, al concetto di livello di coscienza (Hilgard 1977; Shallice 1988; Baddeley 1990).

Questo tipo di prospettiva emerge da un rinnovato interesse della ricerca cognitiva sulla questione, il quale, a differenza dell’approccio puramente fenomenologico che caratterizza la ricerca clinica e dell’approccio fenomenico di tradizione filosofica, pone l’accento sul carattere funzionale e strutturale della consapevolezza rispetto ai processi mentali che danno luogo al comportamento umano (Dentale & Gennaro 2005).

Tra i numerosi contributi offerti dagli studi su processi cognitivi, di particolare importanza per la formulazione di una definizione funzionale di consapevolezza sono stati i modelli di gestione delle risorse cognitive parallelamente offerti da Donald Norman e Timothy Shallice (1986), i quali hanno proposto l’esistenza di un “Sistema Attentivo Supervisore”, e da Allan Baddeley e Graham Hitch (1974) con il loro modello della memoria di lavoro.

Il modello proposto agli inizi degli anni Ottanta da Norman e Shallice nasce dall’obiettivo di concettualizzare il processo di attivazione di una funzione esecutiva, rappresentato dagli autori come un flusso che si genera a partire da un *input* attivante a carico del sistema percettivo e che termina con un *output* esecutivo a carico di un “sistema effettore” deputato all’elaborazione di azioni o pensiero (Shallice 1982) (Figura 1.1). Tale modello prevede che il controllo dell’azione avvenga secondo due differenti modalità, automatica e controllata, connesse a due relativi livelli di consapevolezza, implicito ed esplicito. Gli autori attribuiscono al Sistema Attentivo Supervisore (SAS) il ruolo di gestore dei livelli di attivazione di schemi di risposta, che guida cioè le risorse necessarie affinché si verifichi l’esperienza consapevole laddove vi è la richiesta di un comportamento adattivo.

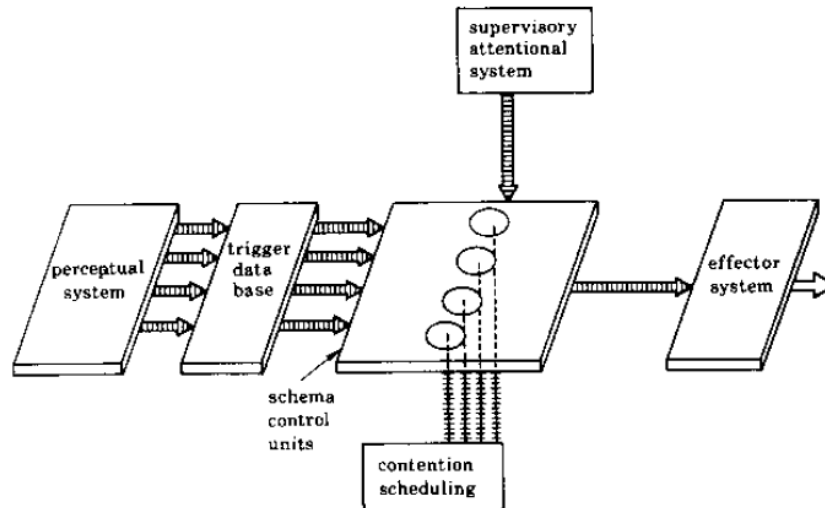


Figura 1.1 Versione semplificata del modello di Norman e Shallice (1986) che rappresenta il flusso del controllo dell'informazione. Le frecce rappresentano l'input attivante, le linee barrate rappresentano la funzione mutualmente inibitoria del *contention scheduling*, il catalogo delle decisioni. Il termine "effector system" (sistema effettore) si riferisce a specifiche unità obiettivo-elaborazione coinvolte nell'effettuazione di schemi di azioni o pensiero. Viceversa, l'effettuazione di schemi avviene per mezzo del passaggio dell'informazione a magazzini a breve termine che consentono l'attivazione del *data base* (tratto da Shallice 1982, p. 200).

Negli stessi anni, Baddeley e Hitch (1974) indagarono sulle proprietà di un modello di memoria di lavoro multicomponentiale, la cui supervisione e gestione è posta a carico di un sistema attentivo: l'esecutivo centrale. Nel formulare il modello della memoria di lavoro, gli autori offrono un contributo fondamentale allo studio della memoria, per cui una prospettiva sistemica, dinamica e multicomponentiale (Figura 1.2) ha repentinamente sostituito una visione modulare e statica dei processi di memoria, fino allora intesi come magazzini a capacità limitata.

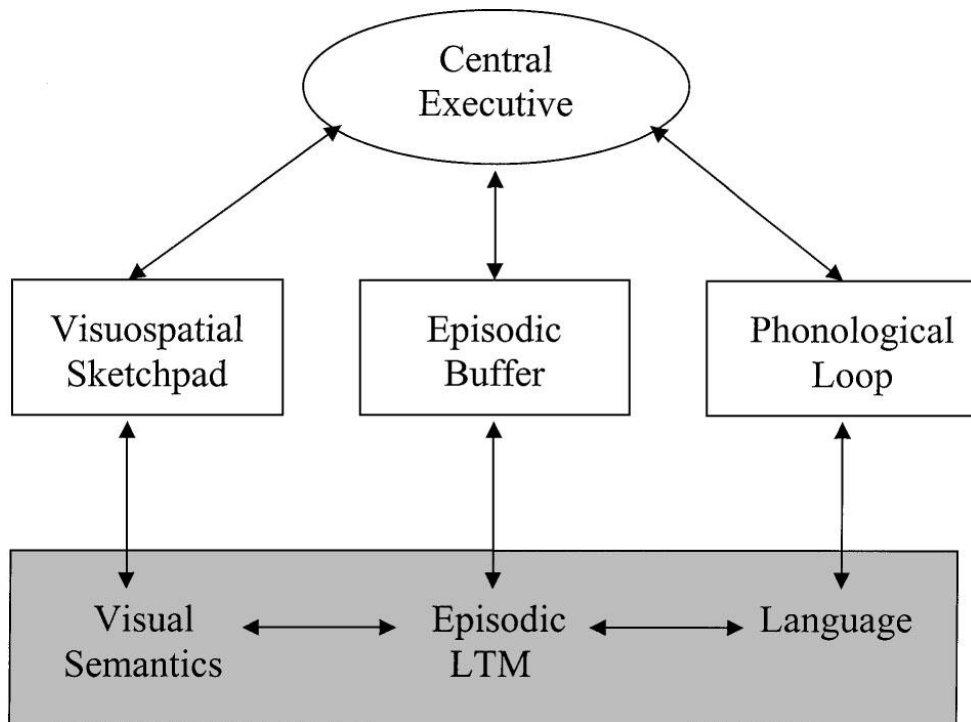


Figura 1.2. Modello della memoria di lavoro a tre componenti. Il buffer episodico ha il ruolo di immagazzinare l'informazione attraverso un codice multidimensionale provvedendo in tal modo a fornire un'interfaccia temporanea tra i sistemi sussidiari (il loop fonologico e il taccuino visuo-spaziale) e la memoria a lungo termine. Il buffer episodico è controllato dall'esecutivo centrale, il quale è responsabile dell'integrazione dell'informazione proveniente da differenti fonti in episodi coerenti. Gli autori assumono che tali episodi siano rievocabili in memoria in modo consapevole (tratto da Baddeley 2000, p. 421).

Ulteriormente, nella formulazione di un gestore centrale di sistemi sussidiari di memoria – il ciclo articolatorio e il taccuino visuo-spaziale (Baddeley & Hitch 1974) e, in una riformulazione del modello più recente, il buffer episodico (Baddeley 2000) – trovano spazio due tradizioni di ricerca analoghe ma distinte: le teorie della memoria a breve termine e le teorie dell'attenzione.

Lo stesso Baddeley, infatti, servendosi delle evidenze ottenute dagli studi sull'attenzione, e in particolare dagli studi di Norman e Shallice (1986), descrive l'esecutivo centrale come un sistema deputato alla gestione delle risorse attentive rispetto al contenuto disponibile in memoria di lavoro. Analogamente al SAS, l'esecutivo centrale può essere dunque considerato come il sistema attraverso cui il contenuto mnestico si esplicita alla consapevolezza (Baddeley 1990). Ulteriormente, entrambi i modelli descritti ipotizzano

l'esistenza di un sistema di gestione delle risorse attentive, implicite o esplicite, che non richiede necessariamente meccanismi di presa di decisione deliberati e consapevoli.

L'approccio introdotto dal cognitivismo nello studio dei processi consapevoli ha messo dunque in luce il concetto di "livello di consapevolezza", il quale sembra essere strettamente connesso a meccanismi e/o sistemi di gestione dei processi attentivi che regolano l'elaborazione dell'informazione. Le evidenze a favore di una concezione "per gradi" della coscienza (Morin 2006), supportate dagli studi su percezione e memoria e, in particolar modo, dagli studi sull'attenzione, hanno permesso inoltre di tracciare una distinzione tra "implicito" e "inconscio", per cui un processo implicito non potrà essere considerato come necessariamente inconscio, ma piuttosto come non direttamente accessibile alla consapevolezza, o poco differenziato (Schacter 1987).

Utile a comprendere le differenze tra i due costrutti è la tassonomia proposta da John Kihlstrom (1999) che suddivide i livelli di elaborazione della mente in (i) automatismi non esperienziali, (ii) esperienze implicite ed (iii) esperienze esplicite. Secondo l'autore, gli automatismi non esperienziali sono processi inconsci, innati o acquisiti, la cui esecuzione può emergere a un livello di consapevolezza cosciente solo per via inferenziale e senza che vi sia il coinvolgimento di risorse attentive. Gli automatismi inconsci si differenziano dalle esperienze implicite poiché queste implicano processi la cui lucidità consapevole può oscillare da un bassissimo livello di consapevolezza a un massimo di lucidità consapevole, divenendo in tal modo esperienze esplicite: con l'aumentare del livello di consapevolezza aumenterebbe anche la richiesta di risorse attentive necessaria per l'elaborazione dell'esperienza.

In linea con una prospettiva funzionale e strutturale della coscienza, in questo lavoro si farà riferimento ai processi non consapevoli utilizzando il termine "implicito" per intendere un processo non immediatamente verbalizzabile, non intenzionale, che richiede un intervento ridotto o quasi assente di risorse attentive e di elaborazione a carico della memoria di lavoro (Schacter 1987; Kihlstrom 1999; De Hower & Moors 2012). La scelta

terminologica della dicotomia “implicito-esplicito” sottende pertanto il costrutto teorico della ricerca sulla memoria, superando le ambiguità che possono sorgere dall’utilizzo di termini analoghi che riflettono differenti approcci al fenomeno della coscienza, quali inconscio-consapevole, intuitivo-analitico, diretto-indiretto o procedurale-dichiarativo (Greenwald & Banaji 1995).

1.3 I processi sociali impliciti

Per molti anni, a partire dagli studi pionieristici sulla cognizione sociale – si vedano ad esempio gli studi di Allport (1935) e Thurstone (1931) – gli psicologi sociali hanno definito i processi sociali, e in particolare gli atteggiamenti, come il risultato di processi di elaborazione dell’informazione di tipo consapevole. Questa assunzione, a lungo condivisa in letteratura, è strettamente connessa alla natura delle tecniche utilizzate per l’indagine degli attributi psicologici, che fa ricorso prevalentemente a misure dirette, ossia *self-report* (p.e., valutazioni di gradevolezza, differenziali semantici, questionari di atteggiamenti standardizzati), che presumono un’introspezione accurata da parte del soggetto coinvolto e un giudizio valutativo nei confronti dell’oggetto d’indagine (Gawronski & Bodenhausen 2006).

Con l’introduzione e l’evoluzione di tecniche di misurazione indiretta e sul filone degli studi sulla memoria implicita, nell’ultimo ventennio si è sviluppato ed ha assunto un dominio di ricerca autonomo lo studio della cognizione sociale implicita, volto a integrare e reinterpretare le scoperte fino allora raggiunte, a ricercare nuovi fenomeni empirici e a perfezionare i metodi d’indagine di atteggiamenti, pregiudizi e stereotipi (Draine & Greenwald 1998). In tal modo, è stato possibile formulare una definizione condivisa di cognizione implicita, in cui tracce mnestiche di esperienze precedenti influenzano il comportamento pur non essendo direttamente disponibili al soggetto attraverso tecniche di *self-report* o introspezione (Draine & Greenwald 1998; Jacoby et al 1992; Kihlstrom 1999; Roediger et al 1989; Schacter 1987; Graf & Schacter 1985).

A partire da questa assunzione, a metà degli anni Novanta, Antony Greenwald e Mahzarin Banaji hanno proposto una definizione univoca per ciascun costrutto appartenente al dominio della cognizione implicita: *“An implicit C is the introspectively unidentified (or inaccurately identified) trace of past experience that mediates R”* (Greenwald & Banaji 1995, p.5), dove C sta ad indicare un costrutto, come ad esempio un atteggiamento, e R la categoria di risposta che si presume influenzi quel costrutto, come ad esempio il giudizio verso un oggetto. La cognizione sociale implicita può essere pertanto considerata come un fenomeno empirico che riflette gli effetti, inaccessibili attraverso l’ introspezione, di un’ esperienza attuale o precedente su giudizi e decisioni.

Differenti autori hanno cercato di spiegare i meccanismi attraverso cui i processi sociali impliciti si sviluppano e si manifestano nel comportamento. La maggior parte degli studi in letteratura condivide l’ ipotesi di un singolo sistema di gestione nei processi sociali impliciti (modelli mono-dimensionali). Tuttavia, alcuni autori presumono il coinvolgimento di più sistemi di elaborazione, proponendo l’ esistenza di modelli multi-dimensionali (Amodio & Ratner 2011).

I modelli mono-dimensionali applicano alla cognizione sociale le evidenze sperimentali su apprendimento e memoria semantica ottenute dalla psicologia cognitiva (McClelland & Rumelhart 1985) e propongono l’ esistenza di due sistemi o processi di elaborazione cognitiva: uno esplicito/dichiarativo e uno implicito/non dichiarativo. Secondo questi modelli l’ informazione semantica sarebbe organizzata in memoria attraverso reti associative semantiche, ossia reti di concetti connessi tra loro, la cui forza dell’ associazione guiderebbe il flusso dell’ attività tra un concetto e un altro. Le associazioni semantiche sarebbero dunque connessioni tra concetti, il cui apprendimento richiede, per consolidarsi, un lento processo di successive presentazioni di abbinamenti tra stimoli e, per estinguersi, ripetute esposizioni al concetto in assenza dello stimolo che ad esso era stato associato in precedenza (Rumelhart et al 1986; Smith & Decoster 2000).

Nonostante i modelli mono-dimensionali della cognizione sociale implicita siano in grado di spiegare i fenomeni di natura socio-cognitiva (p.e., pregiudizi o stereotipi), questi non spiegano tuttavia i fenomeni di natura non cognitiva (p.e., le emozioni e le motivazioni) e non trovano corrispondenza con i più recenti modelli multi-sistemici dell'apprendimento implicito e della memoria (p.e., Poldrack & Foerde 2007). Ulteriormente, come sottolineato da David Amodio & Kyle Ratner (2011), i modelli associativi precedentemente descritti “*represent a metaphor of information processing that is conceptually disembodied from physiological processes of the brain and behavior, they do not address the mechanisms through which mental processes interface with behavior (Barsalou, 2008)*” (Amodio & Ratner 2011, p. 144).

Per superare questi limiti, differenti modelli di gestione dei processi sociali impliciti multimodali sono stati proposti a partire dagli sviluppi della ricerca sull'apprendimento e la memoria. Questo orientamento multimodale è in linea con un approccio funzionale e costituisce un elemento di rottura con la mera distinzione dicotomica di coscienza della tradizione cognitivista, orientata verso il binomio implicito-esplicito (Henke 2010).

Tale approccio trova riscontro in studi recenti che ipotizzano il coinvolgimento di differenti sistemi di memoria per spiegare fenomeni del comportamento come ad esempio la relazione tra direzionalità dei movimenti corporei e gli atteggiamenti (Cacioppo et al 1993), l'intuizione (Lieberman 2000) e l'influenza delle abitudini nella presa di decisione (Wood & Neal 2007).

In particolare, Amodio e Ratner (2011) hanno recentemente proposto un modello multimodale, il *Memory System Model*, che applica le evidenze recenti delle neuroscienze cognitive per descrivere l'influenza nelle risposte socio-cognitive implicite di almeno tre sistemi di apprendimento: (i) sistema di associazione semantica, (ii) sistema di condizionamento classico e (iii) sistema di apprendimento strumentale. Sulla base di tale modello, i tre sistemi renderebbero conto delle differenze concettuali tra processi

cognitivi, affettivi e comportamentali; distinzione che ha storicamente caratterizzato la ricerca sui processi sociali e gli atteggiamenti (Amodio & Mendoza 2010):

- i. il sistema di memoria associativa semantica controlla i processi socio-cognitivi di alto livello (p.e., formazione dei tratti e degli stereotipi) e guida le associazioni semantiche tra concetti attraverso operazioni effettuate in modo implicito;
- ii. il sistema di condizionamento classico gestisce le risposte affettive e le associazioni connesse a situazioni di pericolo e il suo funzionamento è esplicativo di alcuni comportamenti a cui i modelli di cognizione sociale implicita monodimensionali non sono in grado di rispondere;
- iii. il sistema di apprendimento strumentale è coinvolto nei processi comportamentali di avvicinamento/allontanamento e nei processi affettivi, ed è connesso ai meccanismi alla base della motivazione e alla formazione delle abitudini.

Secondo gli autori, nonostante le funzioni attribuite a questi tre sistemi si combinino tra loro nelle risposte socio-cognitive, questi meccanismi devono essere considerati come fenomeni separatamente osservabili.

Differenti studi neuropsicologici mostrano questa dissociabilità: ad esempio le associazioni legate alla paura sono espresse indipendentemente dalla consapevolezza esplicita o dalle associazioni semantiche, essendo principalmente a carico del nucleo centrale dell'amigdala; ulteriormente, i circuiti neurali coinvolti nell'espressione di associazioni strumentali differiscono dai circuiti coinvolti nei processi di memoria semantica e di condizionamento della paura (Amodio et al 2003).

Uno studio esemplificativo di questa dissociazione è stato condotto nel 2006 da Amodio e Devine, i quali hanno indagato il ruolo di aspetti affettivi e cognitivi nel *bias* etnico implicito e gli effetti di questi sul comportamento (Amodio & Devine 2006). Attraverso un compito di associazione implicita, composto da due *Implicit Association Tests* (IAT) volti a misurare uno gli stereotipi impliciti e l'altro i *bias* valutativi impliciti rispetto all'etnia, gli autori hanno evidenziato l'indipendenza concettuale di stereotipi e

pregiudizi, dal momento che i punteggi di IAT ottenuti non correlano in modo significativo. Ulteriormente, un secondo esperimento evidenzia che tra atteggiamento e pregiudizio verso una categoria etnica, il primo può essere considerato esclusivamente predittivo della distanza prossemica del partecipante rispetto a persone appartenenti alla categoria verso la quale esiste un *bias* etnico, mentre gli stereotipi impliciti predicano selettivamente le aspettative sul loro comportamento.

Pertanto, dal momento che gli stereotipi sono imputabili alla memoria semantica e i pregiudizi alla memoria affettiva, i primi riflettono processi cognitivi e possono essere dunque predittivi di comportamenti strumentali come giudizi e impressioni, mentre i pregiudizi riflettono processi affettivi e sono predittivi di comportamenti consumatori come le preferenze interpersonali e la distanza sociale (Amodio & Devine 2006). Questi risultati confermano dunque la dissociazione tra i meccanismi che sottostanno gli attributi psicologici di natura socio-cognitiva, i quali sarebbero connessi a substrati neurali tra loro distinti e associati a sistemi di memoria differenti.

In conclusione, a differenza dei modelli che considerano i processi sociali impliciti come processi gestiti da un singolo sistema di memoria, i modelli multimodali rendono conto della natura *embodied* dei processi sociali impliciti e sono in grado in tal modo di spiegare le differenze funzionali che si possono riscontrare tra le risposte socio-cognitive implicite.

1.4 L'atteggiamento: definizioni e modelli

Nello studio della cognizione sociale è stato dato particolare rilievo all'indagine degli atteggiamenti e delle loro manifestazioni verbali e non verbali che rappresentano le convinzioni, i sentimenti e le tendenze ad agire alla base del comportamento umano.

Le definizioni di atteggiamento fornite in letteratura sono numerose (p.e., Thurstone 1931; Allport 1935; Osgood 1957) e spesso condivise da studi più recenti ma, fatta

eccezione per la tradizione psicomodinamica (Jung 1921), queste non rendono conto delle componenti non consapevoli del costrutto psicologico.

Solo negli ultimi venti anni, con l'introduzione delle teorie sulla cognizione sociale, la natura implicita delle operazioni che contribuiscono alla formazione degli atteggiamenti ha iniziato a essere indagata in modo sistematico. Numerosi lavori hanno confermato l'ipotesi che gli atteggiamenti siano il risultato di processi impliciti che si attivano a partire da stimoli subliminali, ossia al di sotto del controllo dell'attività cosciente (Bargh et al 1992; Fazio et al 1986), contribuendo in tal modo a meglio individuare le componenti e le caratteristiche costitutive del concetto.

L'atteggiamento è definito come un'organizzazione – relativamente latente o sensibile al contesto – di credenze, sentimenti e disposizioni comportamentali favorevoli o sfavorevoli verso oggetti, gruppi, eventi o simboli, sulla base di esperienze passate che guidano o influenzano il comportamento (Hogg & Vaughan 2005; Greenwald & Banaji 1995; Anderson 1974; Tesser 1978; Galimberti 2002). In termini più operativi, Brian Nosek definisce l'atteggiamento come “*an association between a concept and an evaluation – an assessment of whether something is good or bad, positive or negative, pleasant or unpleasant*” (Nosek & Banaji 2009).

Per molti anni gli studiosi hanno focalizzato il loro interesse sullo studio delle relazioni tra atteggiamenti e comportamento, evidenziando che la disposizione verso un oggetto sociale può essere direttamente inferita dal comportamento, indipendentemente dal fatto che il soggetto, al momento dell'azione, sia consapevole o meno della natura valutativa sottostante (vedi per esempio Fazio & Zanna 1981; Ajzen & Fishbein 1980). Pertanto, dato il carattere ipotetico e non direttamente osservabile del costrutto, gli atteggiamenti possono essere indagati solo attraverso la misurazione di risposte comportamentali verbali e non verbali che ne riflettono le valutazioni positive o negative alla base.

A metodi di misurazione diretta degli atteggiamenti – come ad esempio questionari composti da *items* a risposta singola o multipla scale a intervalli o differenziale semantico (per una rassegna approfondita vedi Edwards 1957) – si contrappongono metodi che utilizzano misure indirette – come misure fisiologiche e comportamentali – che permettono di superare il limite del *self-presentation bias* dal momento che le risposte verbali possono non riflettere la reale natura dell'atteggiamento (Guilford 1954) specialmente per questioni connesse alla desiderabilità sociale (Paulhus 1991). Questi metodi saranno illustrati a seguire nel paragrafo 1.5.

In letteratura sono stati proposti numerosi modelli mirati a concettualizzare il complesso fenomeno della formazione degli atteggiamenti. Tali studi si dividono in due approcci applicativi, che saranno spiegati più in dettaglio nel paragrafo a seguire: il filone tradizionale che orienta i propri studi sull'indagine dei contenuti dell'atteggiamento a partire da una suddivisione del costrutto in tre componenti distinte, cognitive, affettive e comportamentali (McGuire 1985; Rosenberg & Hovland 1960), e un approccio più recente che si orienta invece all'indagine del processo di formazione dell'atteggiamento, distinguendo così tra processi espliciti e processi impliciti (Fishbein & Ajzen 1975; Olson & Fazio 2001).

Nonostante i due approcci seguano due linee metodologiche differenti, questi possono essere tuttavia considerati teoricamente compatibili: la distinzione esplicito-implicito, infatti, è complementare alla suddivisione tripartita di atteggiamento, dal momento che pone in evidenza il ruolo dei meccanismi di apprendimento automatici e al di sotto della consapevolezza. Inoltre, i processi che contribuiscono alla formazione degli atteggiamenti espliciti possono essere individuati prevalentemente a carico di un sistema di elaborazione cognitivo che opera su pensieri e convinzioni, mentre i processi che contribuiscono alla formazione degli atteggiamenti impliciti possono essere principalmente a carico di processi di elaborazione affettivi (Crano & Prislin 2008).

1.4.1 I modelli multicomponenziali dell'atteggiamento

Alcuni autori sostengono l'ipotesi che le classi di risposta osservabili riflettano componenti dell'atteggiamento separate e qualitativamente distinte, ossia: (i) componenti cognitive, (ii) affettive e (iii) comportamentali/conative (p.e., McGuire 1985; Eagly & Chaiken 1993; Olson & Zanna 1993):

- i. La componente cognitiva riguarda pensieri e convinzioni (Ajzen 1988): un atteggiamento verso un oggetto, un gruppo, un evento o un elemento simbolico potrebbe essere connesso a una convinzione esplicita ad esso associata. Ad esempio, un atteggiamento sfavorevole verso l'unione civile di coppie omosessuali potrebbe implicare una convinzione dichiarata ed esplicita dell'importanza della famiglia eterosessuale come unico modello universale.
- ii. Alla componente affettiva sono invece attribuibili le emozioni e i sentimenti nei confronti dell'oggetto, gruppo, evento o elemento simbolico al quale è rivolto l'atteggiamento (Ajzen 1988). Riprendendo l'esempio precedente, la componente affettiva dell'atteggiamento sfavorevole nei confronti dell'unione di coppie dello stesso sesso può riguardare sentimenti di avversione o paura verso le persone omosessuali.
- iii. Infine, la componente conativa riguarda la disposizione all'azione, ossia un'intenzione comportamentale o un piano d'azione che si verificano in specifici contesti o circostanze (Baker 1992): un esempio è l'affermazione esplicita di voler osteggiare l'approvazione dei diritti delle famiglie omosessuali partecipando a dimostrazioni pubbliche di dissenso.

Le tre componenti dell'atteggiamento, tuttavia, non sempre risultano coerenti tra loro (Ajzen & Timko 1986). Infatti, può accadere, ad esempio, che la stessa persona che dichiara un atteggiamento manifesto favorevole verso le unioni civili omosessuali possa contemporaneamente sperimentare sentimenti ostili e dissonanti rispetto alle credenze formalmente dichiarate. In questo caso, le affermazioni formali rifletterebbero

meccanismi di difesa connessi alla desiderabilità sociale e alla presentazione di un'immagine positiva di sé che si contrappongono tuttavia a sentimenti radicati e non immediatamente accessibili nei confronti dell'oggetto valutato.

Il modello tripartito dell'atteggiamento spiega il modo in cui l'atteggiamento influenza il comportamento: la presenza contestuale o simbolica di un oggetto elicitava una valutazione favorevole o sfavorevole, ossia l'atteggiamento verso l'oggetto. L'atteggiamento, a sua volta, predispose risposte cognitive, affettive e conative verso l'oggetto, il cui tono valutativo sia coerente con l'atteggiamento generale. Questa rappresentazione considera le tre componenti come fattori di primo ordine derivanti da processi indipendenti e distinti, che vanno successivamente a costituire gli elementi del costrutto di atteggiamento come un singolo fattore di secondo ordine (Rosenberg & Hovland 1960; Zanna & Rempel 1988).

Per spiegare meglio questo modello, Milton Rosenberg e Carl Hovland (1960) propongono una struttura gerarchica che pone a un primo livello osservabile convinzioni, sentimenti e tendenze ad agire; a un livello intermedio sistemi cognitivi, affettivi e conativi; e a un livello superiore gli atteggiamenti valutativi (Figura 1.3).

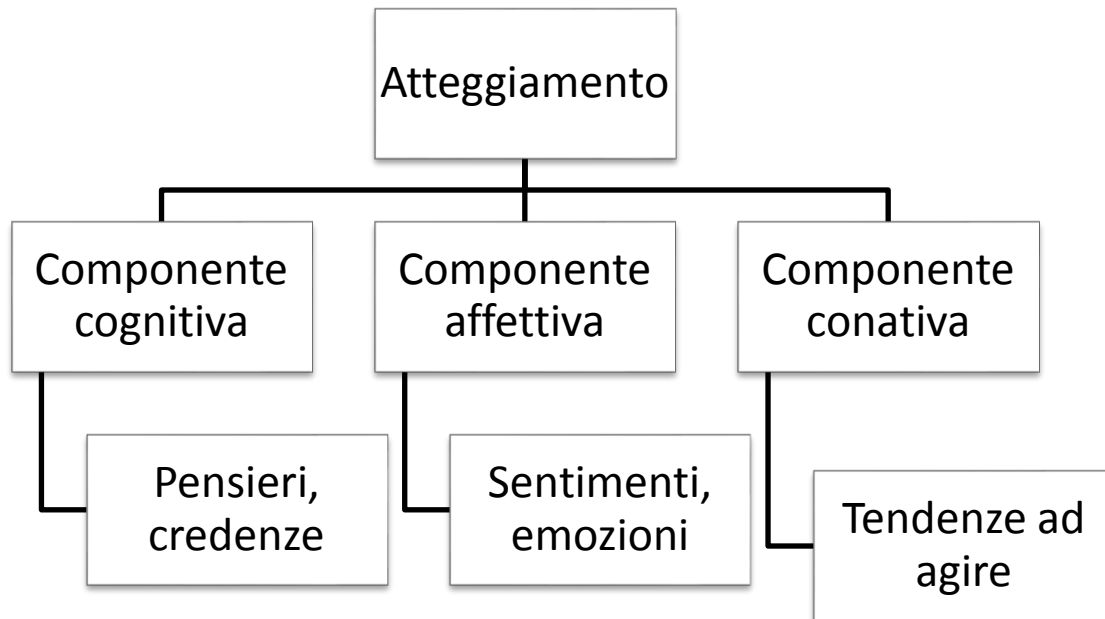


Figura 1.3 Modello gerarchico degli atteggiamenti di Rosenberg e Hovland (1960)

È dunque dall'analisi del contenuto delle risposte verbali e non verbali derivanti da processi di elaborazione di primo ordine che possono essere effettuate inferenze sulle disposizioni valutative del soggetto verso un oggetto (Ajzen 1988). Buona parte degli studi riportati in letteratura conferma la validità discriminativa delle misure proposte per analizzare selettivamente ciascuna dimensione (p.e., Ostrom 1969, Breckler 1984; Widaman 1985) ed evidenziano inoltre un livello significativo di correlazione tra le tre componenti.

1.4.2 Modello unitario: atteggiamenti impliciti *versus* atteggiamenti espliciti

Gran parte della ricerca sugli atteggiamenti ha adottato il modello tripartito come base su cui organizzare e concettualizzare gli atteggiamenti attraverso la valutazione selettiva o combinata dei contenuti derivanti dagli elementi che li compongono.

Tuttavia, in linea con gli sviluppi dello studio dei processi attentivi, la ricerca più recente ha riorientato il proprio interesse dall'analisi dei differenti tipi di contenuto dell'atteggiamento all'indagine di differenti tipi di elaborazione dell'atteggiamento

(Eagly & Chaiken 1993). Gli studi che adottano quest'approccio sono concordi nel tracciare una distinzione tra atteggiamenti espliciti – che si sono formati cioè attraverso un'elaborazione consapevole e deliberata dell'informazione rilevante (Fishbein & Ajzen 1975) – e atteggiamenti impliciti – che si costituiscono sulla base di processi che operano al di fuori della consapevolezza (Olson & Fazio 2001). Per molti anni l'attenzione dei ricercatori è stata rivolta alla sola formazione dei processi espliciti e solo recentemente ha assunto rilievo l'interesse sulle problematiche fondamentali che riguardano le origini degli atteggiamenti impliciti (Crano & Prislin 2008).

Greenwald e collaboratori definiscono gli atteggiamenti impliciti come “*manifest as actions or judgements that are under the control of automatically activated evaluation, without the performer's awareness of that causation*” (Greenwald et al 1998, p. 1464). A differenza degli atteggiamenti espliciti che riflettono valori, credenze e valutazioni esplicite nei confronti di un dato oggetto, gli atteggiamenti impliciti sono dunque preferenze o disposizioni che non possono essere immediatamente accessibili alla consapevolezza. Questi hanno origine da associazioni consolidate tra concetti e attributi valutativi, come ad esempio precedenti esposizioni a stereotipi razziali negativi (Ranganath et al 2007), che possono influenzare il pensiero, le emozioni e il comportamento senza che l'individuo ne sia consapevole.

Nonostante atteggiamenti impliciti ed espliciti condividano la caratteristica di fornire informazioni sulla disposizione valutativa di un individuo e ne orientino il comportamento, questi devono essere considerati come due costrutti connessi ma distinti (Nosek 2007). Tale differenza concettuale si verifica con bassi livelli di correlazione tra atteggiamenti espliciti e impliciti in condizioni sperimentali che comportano l'influenza di meccanismi di difesa orientati alla preservazione di un'immagine positiva – come ad esempio in compiti in cui si richiede di attribuire un valore qualitativo a un gruppo etnico – o, viceversa, alti livelli di correlazioni in condizioni per cui la relazione tra la categoria

in analisi e la valutazione qualitativa ha un impatto ridotto o assente sull'immagine di sé – come, ad esempio, nell'indagine delle preferenze politiche (Nosek & Smyth 2007).

Ulteriormente, la dissociazione tra atteggiamenti espliciti e impliciti è avvalorata da studi di *neuroimaging*, che individuano alla base dei due processi l'attivazione di aree cerebrali distinte (Knutson et al 2007), e da studi del comportamento sociale, che analizzano le disarmonie tra le valutazioni esplicite verso un elemento sociale, come ad esempio un gruppo etnico, e il linguaggio verbale e corporeo espresso in presenza dell'oggetto sperimentale (Dovidio 2002).

In una revisione critica presentata da Bertram Gawronsky e collaboratori (2006), gli autori espongono una suddivisione degli atteggiamenti impliciti secondo tre differenti classi di consapevolezza: (i) *source awareness*, (ii) *content awareness*, e (iii) *impact awareness*. Secondo questa suddivisione, alla base di un atteggiamento implicito è possibile individuare una mancanza di consapevolezza che può riferirsi (i) all'origine di un particolare atteggiamento, (ii) all'atteggiamento di per sé; oppure (iii) all'influenza che questo atteggiamento ha su altri processi psicologici. I processi impliciti possono dunque riguardare sia quei processi che avvengono al di fuori della consapevolezza che quelli che si verificano senza che l'individuo ne abbia un controllo consapevole (Gawronski & Bodenhausen 2006).

L'origine degli atteggiamenti impliciti può essere attribuita a differenti fonti dell'esperienza caratterizzate da una mancanza di consapevolezza sia dell'atteggiamento in sé che dei processi che conducono a esso. Laurie Rudman (2004) individua come principali fonti di atteggiamenti impliciti (i) le prime esperienze di vita; (ii) le esperienze affettive; (iii) i *bias* culturali; e (iv) i meccanismi di coerenza con gli atteggiamenti espliciti. Questi sono, tuttavia, solo alcuni esempi macroscopici della complessità dei significati attraverso cui si formano gli atteggiamenti impliciti (Crano & Prislin 2008).

Le prime esperienze di vita, e in particolare quelle cui si ha accesso tramite osservazione diretta, sembrano essere dunque particolarmente influenti, ad esempio nella formazione di atteggiamenti impliciti nell'identità sociale (Smith & Hogg 2008). Inoltre, studi di *neuroimaging* individuano il coinvolgimento dell'amigdala in relazione a processi di valutazione automatica di stimoli sociali, e della corteccia cingolata anteriore e prefrontale dorsolaterale nel rilevamento e nella regolazione degli atteggiamenti impliciti: tutte aree deputate alla regolazione delle emozioni e del conflitto (Stanley et al 2008).

Anche i *bias* culturali sembrano aver per Rudman un ruolo potenzialmente determinante nella formazione degli atteggiamenti impliciti a partire dalle esperienze dei primi anni di vita; questo è particolarmente evidente per la formazione dei pregiudizi, che avverrebbe già dai primi anni di vita attraverso processi di socializzazione a lungo termine (Rudman & Glick 2001). Per questo motivo, soprattutto per quanto riguarda gli atteggiamenti pregiudiziali, si può spesso verificare una dissonanza tra le convinzioni esplicite e il vissuto emotivo verso un oggetto sociale o, in altre parole, tra atteggiamento esplicito e implicito. Questo spesso conduce a una riconfigurazione delle componenti emotive, cognitive e conative per garantire coerenza tra l'atteggiamento implicito e il comportamento (Greenwald et al 2002).

Un modello utile a spiegare i fenomeni connessi alla modifica degli atteggiamenti è l'*Associative-Propositional Evaluation Model (APE)*, proposto da Bertram Gawronski e Galen Bodenhausen (2006), che definisce le valutazioni implicite come il risultato di processi associativi e quelle esplicite come l'esito di processi proposizionali. Dal momento che i processi associativi corrispondono all'attivazione di associazioni mentali sulla base di caratteristiche simili e contiguità spazio-temporale, secondo l'*APE Model* il cambiamento sarebbe imputabile a una modifica nell'attivazione delle associazioni, siano esse consolidate – ossia immagazzinate in memoria e riattivate in corrispondenza di stimoli contestuali – o a carico di nuove strutture associative.

Pertanto, le modifiche degli atteggiamenti impliciti sarebbero causalmente connesse ai meccanismi di apprendimento di nuove associazioni, le quali, nel tempo, andrebbero ad assumere il posto delle associazioni consolidate precedentemente (Gawronski & Bodenhausen 2006). L'*APE Model* è sostenuto da numerosi studi che mostrano come l'abbinamento ripetuto nel tempo di un oggetto d'atteggiamento con stimoli di valenza qualitativa influenzi le valutazioni implicite dell'oggetto stesso, come può essere, ad esempio, l'abbinamento tra un prodotto sponsorizzato in un messaggio pubblicitario e uno stimolo di valenza positiva, associazione che, se reiterata nel tempo, potrebbe contribuire alla formazione o alla modifica dell'atteggiamento implicito del consumatore nei confronti del prodotto (Gawronski & Sritharan 2010).

1.5 Le misure implicite nello studio della cognizione sociale

Le misure implicite sono state recentemente definite da Jan De Houwer e Agnes Moors come *“the outcome of a measurement procedure that is causally produced by psychological attributes in an automatic manner”* (De Houwer & Moors 2010, p. 177). Questa definizione pone l'accento sul processo di mediazione della risposta che avviene sulla base di un attributo psicologico per mezzo di processi mentali automatici: la misura implicita permetterebbe dunque di effettuare inferenze riguardo agli attributi psicologici della persona che hanno mediato la risposta (Figura 1.4).

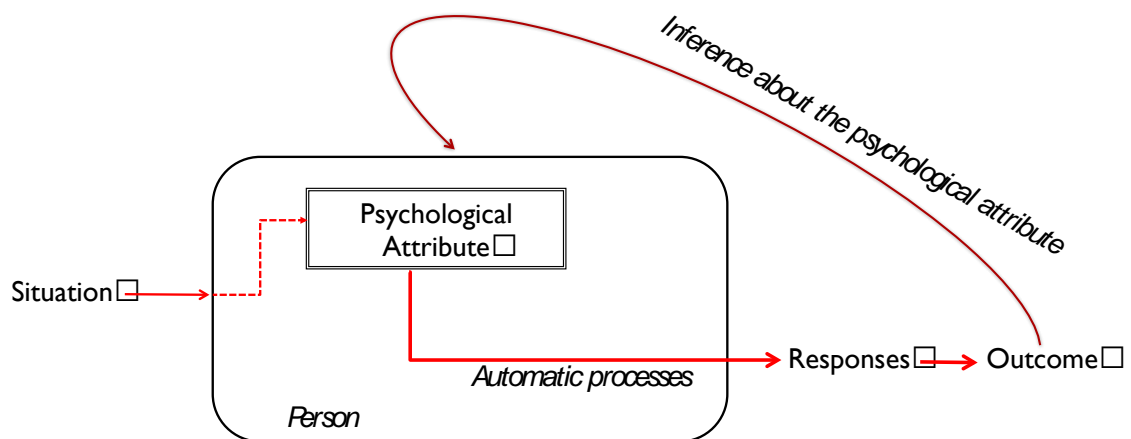


Figura 1.4 Modello proposto da De Houwer & Moors sulle misure implicite, risultanti dall'analisi delle risposte ottenute per mezzo di processi automatici che riflettono attributi psicologici sottostanti.

Per comprendere meglio il significato delle misure implicite, De Houwer (2006) traccia un confronto tra queste e le misure indirette, spesso utilizzate in letteratura come sinonimi. Tale distinzione parte da una riflessione sulle accezioni della parola “misura”, che può essere intesa sia come (i) l'esito di una procedura di misurazione, che può cioè essere utilizzata per stimare l'indice di un costrutto o (ii) come la procedura di misurazione oggettiva in sé. Tuttavia, affinché un esito quantitativo possa essere considerato come realmente indicativo del valore di un costrutto, come può essere un atteggiamento, questo dovrebbe essere prodotto o determinato dal costrutto stesso, attraverso processi sottostanti che determinano il risultato della procedura di misurazione utilizzata.

Come messo in luce da De Houwer, la ricerca psicologica è concorde nel riferirsi alle misure implicite come a proprietà funzionali del risultato della misurazione piuttosto che a una procedura (De Houwer 2006). Ossia, in psicologia la misura implicita corrisponde a un indice di un dato attributo psicologico che rappresenta il risultato di processi di elaborazione sottostanti, indipendentemente dal fatto che il partecipante sia consapevole dell'oggetto di misurazione, possa accedervi consapevolmente o abbia controllo sull'esito.

Per questo motivo, nel parlare di misure implicite, è necessario, secondo De Houwer, specificare la dimensione della natura implicita del costrutto indagato, facendo riferimento, cioè, al livello di consapevolezza del fenomeno psicologico e del suo controllo sulla manifestazione a esso connessa. In altre parole, non è possibile utilizzare il termine “misura implicita” senza che le proprietà funzionali dell’esito della misurazione siano state rese esplicite ed empiricamente verificate (De Houwer 2006).

D’altro canto, alla seconda accezione di misura in precedenza esposta fanno riferimento le misure indirette, che corrispondono alla procedura cui il ricercatore deve attenersi per la misurazione in conformità a indicazioni oggettive. Quando si parla di misure dirette, dunque, ci si riferisce esclusivamente a procedure che richiedono al partecipante di esprimere la propria disposizione nei confronti dell’oggetto d’indagine; viceversa, le misure indirette riguardano procedure d’indagine del comportamento.

A differenza delle misure esplicite/implicite, le misure dirette/indirette riguardano esclusivamente le proprietà oggettive della misura, indipendentemente dalla natura del costrutto psicologico indagato. Pertanto, le procedure di misurazione diretta/indiretta non hanno necessariamente le proprietà funzionali di una misura esplicita/implicita. Tuttavia, accade spesso che vi sia una corrispondenza tra misure indirette e misure implicite, giacché queste ultime comportano procedure volte a esaminare gli effetti di un costrutto psicologico, come un atteggiamento o un pregiudizio su un dato comportamento, piuttosto che un’autovalutazione da parte del soggetto (De Houwer 2006).

Il processo su cui si fonda la definizione di misure implicite è stato ampiamente indagato in letteratura. In particolare, sono stati proposti due approcci, uno unitario e uno dualista, tesi a osservare la relazione tra cognizione e comportamento.

Alla prima scuola di pensiero si rifà il *Motivation and Opportunity as DEterminants Model* (MODE) di Russell Fazio (Fazio 1990; Fazio 2007), modello che integra i risultati ottenuti dall’applicazione di misure implicite a quelli ottenuti attraverso misure esplicite

nello studio degli atteggiamenti. Secondo il *MODE Model* gli atteggiamenti rappresenterebbero il risultato dell'associazione tra un oggetto e una valutazione generalizzata dello stesso. Maggiore è la forza dell'associazione tra l'oggetto e la sua valutazione precedentemente immagazzinata in memoria, maggiore sarà l'accessibilità dell'atteggiamento all'osservazione, più sarà congruente il comportamento con l'atteggiamento implicito, e minore sarà la richiesta di risorse cognitive che implicino tempi al di sopra della soglia di consapevolezza (maggiore di 250 millisecondi). In altri termini, in presenza di un determinato *input*, il comportamento si manifesterebbe per mezzo di *bias* percettivi dell'oggetto in corrispondenza dell'attivazione in memoria dell'associazione tra stimolo e la sua valutazione, senza che vi siano necessariamente riflessioni intenzionali da parte dell'individuo. Perciò, secondo Fazio, le misure implicite sarebbero le più adatte alla misurazione della forza dell'associazione, dal momento che queste, rispetto alle misure esplicite, individuano l'espressione degli atteggiamenti secondo tempi di elaborazione al di sotto della soglia di consapevolezza (Fazio 2007).

All'approccio dualista appartiene il *Reflective and Impulsive Model* (RIM) proposto da Fritz Strack e Roland Deutsch (2004) che, a differenza di Fazio, elaborano l'ipotesi di due sistemi di elaborazione dell'informazione distinti, che operano e interagiscono in parallelo e possono determinare l'attivazione del comportamento in modo sinergico o antagonistico (Perugini et al 2010). Secondo gli autori, il comportamento sarebbe una funzione multicomponentiale di un *Reflective System* (RS), deputato all'attivazione intenzionale di schemi comportamentali sulla base di processi decisionali, e di un *Impulsive System* (IS), per mezzo del quale la diffusione dell'attivazione degli schemi comportamentali avverrebbe in modo automatico senza che il soggetto sia consapevole del processo. Lo stimolo sarebbe quindi elaborato a livello percettivo dal sistema coinvolto nell'attivazione dei processi automatici, l'IS, e avrebbe accesso al RS solo qualora l'informazione connessa allo stimolo sia recuperata dalla memoria associativa. Come per le associazioni oggetto-valutazione introdotte da Fazio, anche nel modello di Strack e Deutsch il *bias* percettivo è spiegato come risultante di un conflitto tra gli

elementi del sistema (*l'Impulsive Sysyem*) i quali, se attivati, influenzerebbero il comportamento in modo diretto (Strack & Deutsch 2004).

Indipendentemente dalla struttura del modello di elaborazione dell'informazione proposta, i due approcci sono concordi nell'evidenziare problematiche strutturali connesse alla natura del costrutto quando analizzato con tecniche di misurazione diretta. Infatti, se utilizzate per la valutazione di attributi, quali atteggiamenti o stereotipi, autostima e concetto di sé, le tecniche di valutazione diretta forniscono una misura suscettibile a distorsioni del legame tra il punteggio e l'oggetto d'indagine, causate, come già affrontato nel paragrafo 1.4, da fattori connessi alla presentazione di un'immagine positiva di sé (Crowne & Marlowe 1960) e all'inaccessibilità dei processi psicologici che operano al di fuori della consapevolezza per mezzo di compiti introspettivi (Nisbett & Wilson 1977).

Nel tentativo di ovviare a queste problematiche, sono stati sviluppati differenti metodi di valutazione che permettono l'indagine dei processi mentali impliciti attraverso misure indirette basate sull'indagine dei tempi di risposta, a partire dall'assunzione che questi siano validi indicatori dei processi associativi sottostanti (Strack & Deutsch 2004).

Saranno illustrate a seguire le principali tecniche di valutazione dei processi impliciti, con una particolare attenzione per la loro applicazione nello studio degli atteggiamenti.

1.5.1 La valutazione degli atteggiamenti impliciti

In letteratura è stato proposto un numero considerevole di tecniche di valutazione degli atteggiamenti attraverso misure implicite, le quali possono essere divise in due grandi categorie. La prima categoria riguarda misure implicite di tipo verbale o basate su valutazioni – come le libere associazioni utilizzate tradizionalmente nella ricerca clinica (Freud 1896) –, i test proiettivi – di cui il più noto è il Test di Appercezione Tematica (Murray 1943) –, o la più recente *Affect Misattribution Procedure* – procedura che consiste nella classificazione di stimoli neutri su una scala di valori (Payne et al 2005). In

questa sezione saranno invece descritte le principali tecniche basate sulle misure di accuratezza della *performance* dei soggetti: tecniche di *priming* affettivo (Fazio 1998), tecniche di *priming* semantico (Wittenbrink et al 1997); il *Go/No-go Association Task* (GNAT; Nosek & Banaji 2001) e l' *Extrinsic Affective Simon Task* (EAST; De Houwer 2003).

L'interesse della ricerca verso l'indagine delle misure implicite ha avuto un notevole incremento nelle ultime due decadi, fenomeno che può essere attribuito all'introduzione delle nuove tecniche, sempre più attendibili, proposte a partire dagli studi sul fenomeno del *priming* affettivo (Fazio et al 1986) e semantico (Wittenbrink et al 1997). I compiti di *priming* sono tra le tecniche sperimentali più ampiamente utilizzate in psicologia sociale per l'indagine dei processi automatici e della memoria implicita.

Il *priming* è un processo che si manifesta nel cambiamento della *performance* a un test che non richiede una rievocazione consapevole dell'episodio, il quale è attribuibile all'informazione acquisita durante un episodio precedente (Schacter 1999). Questo fenomeno si basa sulla teoria delle reti associative (p.e., Anderson & Bower 1973) secondo cui i processi di memoria avverrebbero attraverso attivazioni che si propagano automaticamente tra nodi interconnessi laddove si è stabilito, per mezzo dell'esperienza, un collegamento associativo: maggiore sarà la forza dell'associazione, maggiore sarà dunque la velocità dell'attivazione dell'associazione tra un nodo e un altro. Le tecniche che permettono di indagare questo fenomeno si dividono principalmente in tecniche di *sequential priming* e tecniche di *semantic priming*.

Tecniche di affective/sequential priming. I compiti di *affective priming*, detti anche di *sequential priming*, consentono di valutare l'automaticità delle connessioni associative tra rappresentazioni presenti in memoria (Neely 1977, Fazio et al 1986). Tale valutazione può avvenire attraverso la variazione della lunghezza dei tempi di presentazione tra uno stimolo *prime* (facilitatore) e uno stimolo *target*, che permette di indagare la misura in cui l'effetto del *prime* sulla risposta è stato immediato e automatico o conscio e strategico: a

intervalli di tempo brevi corrisponderebbe una maggiore forza dell'associazione in memoria a lungo termine (MLT) tra lo stimolo *prime* e lo stimolo *target* (Bargh & Chartrand 1999).

Un esempio classico di compito di *affective/sequential priming* consiste nel presentare ai partecipanti degli stimoli *prime* in forma testuale (ad esempio dei sostantivi) e, alternativamente, degli aggettivi di valenza positiva o negativa come stimolo *target*, secondo un tempo di presentazione variabile. Per ogni prova, ai partecipanti è richiesto di valutare il più velocemente possibile il *target* selezionando il tasto “buono” o “cattivo” corrispondente.

Tecniche di semantic priming. A differenza del *priming* affettivo, nei compiti di *priming* semantico sono consequenzialmente presentati due stimoli: il *prime*, in cui compare l'oggetto dell'atteggiamento implicito che si vuole valutare, e il *target*, uno stimolo che abbia una valenza negativa o positiva culturalmente condivisa. In corrispondenza della presentazione di ciascuna coppia di stimoli, è richiesto al soggetto di categorizzare lo stimolo *target* nel più breve tempo possibile. In questo tipo di compito, l'intervallo di tempo che intercorre tra *prime* e *target* deve essere molto breve, in modo che si verifichi un'elaborazione della natura dello stimolo al di sotto del livello di consapevolezza (Wittenbrink et al 1997).

Ad esempio, possono essere presentate al soggetto una serie di coppie di sostantivi testuali ad un intervallo di tempo al di sotto dei 300 millisecondi; alla fine di ogni presentazione, il soggetto sarà istruito a categorizzare il più velocemente possibile il *target* selezionando il corrispondente tasto precedentemente etichettato come “parola” o “non-parola”. Minore sarà il tempo impiegato nel categorizzare parole di valenza negativa con un gruppo di parole *prime*, maggiore sarà la forza dell'atteggiamento implicito negativo nei confronti di quel gruppo (Gaertner & McLaughlin 1983).

Le tecniche di *priming*, tuttavia, presentano problemi connessi alla natura della misurazione; primo fra tutti, il fatto che queste indagano come unico fattore la velocità della risposta alla presenza di uno stimolo *target*, escludendo in tal modo il controllo sperimentale di tutte le altre componenti che possono influire sui tempi di risposta – come, ad esempio, la lunghezza della parola, la sua frequenza d’uso, le differenze individuali nell’apprendimento del compito, etc. –; prerogativa, questa, che può condurre a inferenze errate (Bargh & Chartrand 1999) e rendere perciò lo strumento poco attendibile.

Go/No-go Association Task (GNAT). Proposto nel 2001 da Nosek & Banaji (2001) lo GNAT è una tecnica di valutazione delle misure implicite, e in particolare degli atteggiamenti, molto simile all’*Implicit Association Test (IAT)*; (Greenwald et al 1998) (che descriveremo a seguire nel paragrafo 1.5.1.1) perché, come quest’ultimo, valuta la forza delle associazioni automatiche tra un concetto e un attributo, tuttavia, a differenza dello IAT, lo GNAT è più flessibile dal momento che può essere utilizzato per valutare la cognizione sociale automatica verso una categoria con un singolo *target*, senza il coinvolgimento diretto di un oggetto complementare o contrastante.

Ad esempio, se uno sperimentatore vuole valutare l’atteggiamento verso gli insetti, con la procedura dello IAT dovrà necessariamente inserire una seconda categoria comparativa, ad esempio “fiori”. Con lo GNAT, invece, lo sperimentatore avrà la possibilità di scegliere se inserire una seconda categoria (p.e., fiori), una categoria sopra-ordinata (p.e., animali), una categoria generica o nessun’altra categoria (Nosek & Banaji 2001).

Tuttavia, se da una parte lo GNAT si presenta come uno strumento più flessibile dello IAT, poiché adattabile a un maggior numero di situazioni sperimentali, d’altro canto esso non può essere considerato come sostitutivo di quest’ultimo, poiché non ne conserva lo stesso livello di consistenza interna (GNAT, $\alpha = .30-.60$; IAT, $\alpha > .80$).

Extrinsic Affective Simon Task (EAST). L'EAST è stato proposto nel 2003 da De Houwer come una versione modificata dello IAT, in cui gli atteggiamenti sono valutati paragonando la *performance* effettuata in differenti prove dello stesso compito (De Houwer 2003). Ai partecipanti è chiesto di categorizzare, attraverso la selezione di un tasto, stimoli che possono essere parole bianche o che possono assumere differenti tonalità di colore: in presenza di parole bianche, i soggetti dovrebbero categorizzare il significato della parola sulla base della valenza (positiva o negativa); mentre, in presenza di parole colorate, la categorizzazione dovrebbe essere effettuata sulla base della tonalità di colore presentata, indipendentemente dal suo significato. Le risposte fornite in corrispondenza di parole bianche saranno dunque considerate come risposte esplicite, poiché è richiesta un'elaborazione di tipo semantico dello stimolo, mentre sono risposte implicite le risposte fornite sulle informazioni cromatiche della parola.

Ad esempio, ai soggetti viene chiesto di classificare attraverso la selezione di uno di due tasti "q" e "p" corrispondenti alle parole "buono" e "cattivo", parole come "gentile", "guerra" o "gioia" presentate su uno sfondo nero, secondo un criterio basato sul significato o sul colore della parola. I soggetti vengono dunque istruiti a categorizzare tutte le parole bianche alla valenza del loro significato, le parole di tonalità tendente al verde a una valenza positiva, e le parole di tonalità sul celeste a una valenza negativa.

I risultati ottenuti attraverso l'EAST sono in linea con il seguente principio, sperimentalmente verificato dallo stesso autore: le risposte in corrispondenza di parole colorate per il cui significato semantico vi è un atteggiamento implicito positivo saranno più accurate e veloci rispetto alla condizione contraria. L'effetto si verifica anche nella condizione inversa, ovvero in prove in cui il significato della parola colorata rappresenta un concetto *target* negativo (De Houwer 2003).

Nonostante l'EAST sia un valido strumento, specialmente nello studio delle dipendenze (p.e., de Jong et al 2007), allo stato attuale ancora non raggiunge il livello di attendibilità dello IAT che resta una delle procedure di misurazione implicita con il maggiore livello

di attendibilità ($\alpha > .80$) (Wittenbrink & Schwarz 2007). Questo strumento sarà ampiamente illustrato a seguire.

1.5.1.1 L'Implicit Association Test

“The story of the Implicit Association Test [...] is the story of an incredible boom. Eleven years after its first publication, more than 450 papers have been published that either applied the method to the assessment of various so-called ‘implicit’ constructs [...] or investigated the underlying processes and possible confounds of IAT effects” (Teige-Mocigemba et al 2010, p. 2).

Con queste parole, in una revisione critica pubblicata recentemente, Sarah Teige-Mocigemba e Karl Klauer sottolineano l’impatto che lo IAT (Greenwald et al 1998) e le sue differenti varianti (p.e., il *Single-Category IAT*–SC-IAT proposto Karpinski nel 2006 o il *Brief-IAT*–B-IAT di Sriram & Greenwald del 2009) hanno avuto nella storia della *social cognition*. Alla fine degli anni Novanta, quando lo IAT è stato per la prima volta proposto da Antony Greenwald e collaboratori, non erano presenti in letteratura altre misure implicite basate sui tempi di risposta la cui consistenza interna fosse statisticamente affidabile. Per questo motivo, congiunto alla sua relativa facilità di programmazione e applicazione, lo IAT è diventato, e ancora resta, uno degli strumenti più popolari nella ricerca psicologica (Teige-Mocigemba et al 2010).

Lo IAT è un paradigma basato sulla categorizzazione degli stimoli che permette di studiare la forza dei legami associativi tra concetti rappresentati in memoria (Greenwald et al 1998). Per via della sua struttura versatile, lo IAT può essere considerato come un vero e proprio “formato procedurale”, ossia una procedura che può essere adattata all’indagine di differenti attributi psicologici come le credenze, gli atteggiamenti, gli stereotipi, i pregiudizi, l’autostima, etc. (Lane et al 2007).

Lo IAT è fondato sull’ipotesi secondo cui a una maggiore forza dell’associazione tra un concetto e un attributo corrisponde una risposta che richiede un minore carico cognitivo,

espresso in termini di velocità e in accuratezza della prestazione, e viceversa (Greenwald et al 1998). Pertanto, l'assunzione alla base prevede che qualora la forza dell'associazione tra due concetti (ad esempio, "bianco" e "buono") sia molto elevata, il compito di categorizzazione sarà più semplice quando le categorie associate condividono la stessa risposta – condizione, questa, definita da De Houwer come "compatibile" – rispetto a quando richiedono risposte differenti – condizione "incompatibile" – (De Houwer 2003).

Lo IAT classico si struttura in cinque blocchi nei quali viene chiesto al soggetto di associare a un attributo di valenza bipolare (p.e. "positivo" vs "negativo") due stimoli appartenenti a categorie tra loro differenti (p.e., persone di etnia africana vs persone di etnia europea). Nello specifico, tre blocchi corrispondono a un compito di categorizzazione del concetto (blocco 1) e dell'attributo (blocco 2, blocco 4); mentre due blocchi (3 e 5), detti "blocchi critici", corrispondono a un compito di doppia categorizzazione, nei quali vengono associati i due concetti all'attributo bipolare (p.e., "Bianco-Positivo" vs "Nero-Negativo" e viceversa) (Figura 1.5). Al soggetto sarà richiesto di svolgere il compito di categorizzazione per tutti i blocchi presentati tra loro durante un'unica sessione sperimentale, il più velocemente possibile e con la massima accuratezza. I blocchi sono presentati in ordine causale e intervallati da una pausa la cui latenza è lasciata a discrezione del soggetto.

Sequence	1	2	3	4	5
Task description	<i>Initial target-concept discrimination</i>	<i>Associated attribute discrimination</i>	<i>Initial combined task</i>	<i>Reversed target-concept discrimination</i>	<i>Reversed combined task</i>
Task instructions	● BLACK WHITE ●	● pleasant unpleasant ●	● BLACK ● pleasant WHITE ● unpleasant ●	● BLACK ● WHITE ●	● BLACK ● ● pleasant ● WHITE unpleasant ●
Sample stimuli	MEREDITH ○ ○ LATONYA ○ SHAVONN HEATHER ○ ○ TASHIKA KATIE ○ BETSY ○ ○ EBONY	○ lucky ○ honor poison ○ grief ○ ○ gift disaster ○ ○ happy hatred ○	○ JASMINE ○ pleasure PEGGY ○ evil ○ COLLEEN ○ ○ miracle ○ TEMEKA bomb ○	○ COURTNEY ○ STEPHANIE SHEREEN ○ ○ SUE-ELLEN TIA ○ SHARISE ○ ○ MEGAN NICHELLE ○	○ peace LATISHA ○ filth ○ ○ LAUREN ○ rainbow SHANISE ○ accident ○ ○ NANCY

Figura 1.5 Illustrazione schematica dell'*Implicit Association test* (IAT). La procedura dell'esperimento illustrato riguarda una serie di cinque compiti di discriminazione (colonne numerate). Nei primi due blocchi sono introdotti una coppia di concetti *target* e una dimensione attributo. Le categorie per ognuno di questi compiti di discriminazione sono assegnate a una risposta "sinistra" o "destra" indicate da un cerchio nero nella terza riga. Gli stimoli dei primi due blocchi sono tra loro combinati nel terzo blocco e poi ricombinati nel quinto, dopo che le assegnazioni di risposta per la discriminazione *target*-concetto sono state invertite (nel quarto blocco). In figura sono mostrati gli stimoli utilizzati per ogni blocco con le risposte corrette indicate come cerchi aperti (Fonte Greenwald et al 1998).

Nonostante lo IAT sia largamente utilizzato dalla comunità scientifica, non mancano alcune problematiche connesse alla procedura. Dal momento che ai soggetti viene richiesto di effettuare due tipi di *performance*, che richiedono due compiti di doppia discriminazione differenti, è possibile che si verifichino processi di ricodifica da parte dei soggetti con l'obiettivo di semplificare il compito: in questi casi, i soggetti, anziché seguire le istruzioni per categorizzare gli stimoli secondo la relativa appartenenza, applicano strategie di semplificazione ricodificando le quattro categorie in un due soltanto, laddove possibile (Rothermund et al 2009).

Ad esempio, nel caso del compito compatibile dello IAT "bianchi-neri" illustrato in Figura 1.5, in cui è richiesto di premere il tasto sinistro per "bianco" e "positivo" e il tasto destro per "nero" e "negativo", può accadere che i partecipanti applichino solo due di quattro assegnazioni categoria-risposta, premendo il tasto sinistro per tutti gli stimoli per loro positivi e il tasto destro per tutti gli stimoli per loro negativi. Tuttavia questa semplificazione non può essere effettuata nel compito incompatibile, in cui è richiesto di

premere il tasto sinistro per “bianco” e “negativo”; e il tasto destro per “nero” e “positivo”: in questo caso, la corrispondenza tra il tasto di risposta e la valenza implicita non avviene, e potrebbe dunque verificarsi una *performance* migliore nel compito compatibile rispetto a quello incompatibile (Mierke & Klauer 2001).

Per ovviare a questa problematica, sono state proposte due varianti dello IAT, il *Single Block IAT*–SB-IAT (Teige-Mocigemba et al 2008) e il *Recoding Free IAT*–IAT-RF (Rothermund et al 2009), in cui la corrispondenza tasto-categoria cambia in modo randomizzato da prova in prova anziché in base al blocco, come nello IAT originale. Tuttavia, la dimensione dell’effetto di questi due paradigmi è notevolmente ridotta rispetto allo IAT, per cui non è possibile stabilire se ci sia stata effettivamente una riduzione della ricodifica o se semplicemente sia più difficile osservare sistematicamente questo processo (Teige-Mocigemba et al 2010).

Tuttavia, come già accennato in precedenza, lo IAT si pone nello studio della *social cognition* come il più attendibile e flessibile strumento d’indagine di atteggiamenti, credenze non valutative e associazioni che non coinvolgono direttamente rappresentazioni di valenza positiva o negativa. Gli effetti dello IAT, inoltre, sono inoltre facilmente replicabili. Infine, a differenza delle misure di *priming* che, pur essendo validi per l’indagine degli effetti dell’atteggiamento sui tempi di risposta, non sono sensibili alla misurazione delle differenze individuali nella forza della valutazione automatica (De Hower 2003).

1.6 Conclusioni

Sull’onda di un rinnovato interesse delle scienze cognitive per la complessa questione della coscienza, numerosi autori ne hanno messo in luce il carattere strutturale, che ha permesso di formulare modelli e teorie a favore di una prospettiva funzionale al fenomeno. Il concetto su cui si basa tale approccio è il “livello di consapevolezza”,

intimamente connesso a meccanismi e/o sistemi di gestione dei processi attentivi e di memoria che regolano l'elaborazione dell'informazione.

In accordo con una prospettiva funzionale e sistemica della coscienza, il presente lavoro affronta il tema dei processi non consapevoli adottando una terminologia presa in prestito dalle scienze cognitive, e in particolar modo dalla *social cognition*, che utilizza la locuzione "implicito" per definire un processo non immediatamente verbalizzabile, non intenzionale, che richiede un intervento ridotto o quasi assente di risorse attentive e di elaborazione a carico della memoria di lavoro.

Nel capitolo esposto sono stati descritti i principali modelli e teorie proposti per lo studio degli atteggiamenti, a partire da una trattazione dei processi sociali impliciti che mediano il comportamento umano. Inoltre, è stata presentata una discussione su differenze e punti d'incontro tra le misure indirette, utilizzate tradizionalmente nella ricerca psicologica, e le misure implicite, sviluppate nel contesto della *social cognition*, con lo scopo di guidare il lettore alla comprensione delle caratteristiche che giustificano la scelta dello strumento d'indagine oggetto della ricerca presentata in questo lavoro, ossia l'*Implicit Association Test*.

2 La cognizione sociale *embodied*

2.1 Introduzione

Nel secondo capitolo è illustrato il paradigma teorico di riferimento del presente studio, ossia l'*embodied cognition*, con una particolare attenzione per i modelli che mettono in rilievo il ruolo fondante della cognizione sociale nei processi alla base dei meccanismi senso-motori.

A partire da una descrizione comprensiva del concetto di *embodiment* e in linea con le differenti accezioni che costituiscono il termine-ombrello "*embodied cognition*", sono presentate le due principali prospettive teoriche dello studio dell'*embodiment*: la prospettiva *bottom-up*, che enfatizza l'influenza degli stati corporei sugli stati cognitivi, e la prospettiva *top-down*, che enfatizza invece l'influenza della cognizione sui meccanismi senso-motori.

Chiarite le differenze e i punti d'incontro dei principali modelli proposti nello studio dell'*embodied cognition*, la seconda parte di questo capitolo è dedicata ai modelli che integrano le evidenze delle teorie della *social cognition* allo studio dell'*embodiment* della cognizione sociale.

In linea con gli obiettivi del lavoro qui presentato, che orienta l'interesse verso i meccanismi di *embodiment top-down* della cognizione sociale, la seconda parte di questo capitolo è mirata a descrivere il coinvolgimento della cognizione sociale su variabili corporee come stati, posture, movimenti o espressioni facciali, con una particolare attenzione per la relazione tra il comportamento senso-motorio e le componenti della cognizione sociale che costituiscono gli atteggiamenti.

2.2 *L'embodied cognition*

L'approccio teorico delle scienze cognitive allo studio della mente ha avuto in tempi recenti un rilevante mutamento, che vede il passaggio dal tradizionale modello dualistico della cognizione, di derivazione cartesiana, a una prospettiva *embodied* ("incarnata"), in cui il corpo riveste un ruolo centrale nella formazione dei processi mentali.

Le teorie che adottano quest'approccio prendono il nome di teorie dell'*embodied cognition* e condividono come caposaldo teoretico l'interdipendenza funzionale tra mente e corpo: la cognizione umana sarebbe dunque il risultato dell'elaborazione di processi senso-motori, ipotesi, questa, che si contrappone alla visione classica, di matrice cognitivista, che considera la cognizione come il risultato di processi di elaborazione di ordine superiore (Anderson 1983; Newell 1990; Newell & Simon 1972) e amodali (Barsalou 1999), funzionalmente distinti dai processi periferici che li producono (Newell & Simon 1972; Pylyshyn 1984).

Con l'introduzione della prospettiva dell'*embodied cognition*, infatti, si sviluppa un rinnovato interesse per il corpo e per il contesto in cui l'individuo interagisce con il complesso sistema che costituisce l'ambiente esterno. Questo spostamento di attenzione da una visione dualistica a una prospettiva olistica dell'essere umano nelle sue strategie di adattamento ha comportato un radicale cambiamento metodologico nelle scienze della mente, specialmente nelle discipline strettamente derivanti dal cognitivismo e dalle teorie computazionali, come l'intelligenza artificiale e la psicolinguistica (Anderson 2003).

Tradizionalmente, tali discipline erano in linea con i primi modelli della psicologia cognitiva, in cui la mente era rappresentata come un elaboratore

d'informazione astratta ben distinto dai sistemi motori e percettivi, considerati non influenti per la comprensione dei processi cognitivi centrali (Wilson 2002). Il cognitivismo, in particolare, ha contribuito a diffondere l'ipotesi – dominante fino alla metà degli anni Novanta, e ancora in auge in alcune branche della moderna scienza cognitiva – secondo cui le funzioni centrali della mente sono il risultato di processi di manipolazione e trasformazione di simboli secondo regole esplicite (Fodor 1975; Newell & Simon 1976; Pylyshyn 1984). Il pensiero, secondo l'approccio cognitivista, sarebbe dunque il frutto di astrazioni formali in cui la relazione tra segno e significato è una relazione arbitraria e amodale – ossia non connessa a specifici sistemi percettivi – che delinea la distinzione tra la mente, luogo di elaborazione di simboli, e il mondo esterno, luogo di significati e azioni (Anderson 2003).

Opposto a questo modello tradizionale è il paradigma dell'*embodied cognition*, che enfatizza il ruolo delle funzioni motorie e sensoriali nella cognizione e, viceversa, l'influenza dei processi mentali sulle azioni corporee. L'*embodied cognition*, tuttavia, non è un modello nuovo. Prodromi del paradigma possono essere individuati nella psicologia del XIX secolo con le teorie motorie della percezione di William James (1890), le teorie sullo sviluppo cognitivo basato sullo sviluppo delle abilità motorie di Jean Piaget (1936), e le teorie di James Gibson sulla percezione, espressa in termini di *affordance* tra le proprietà del mondo esterno e il sistema percettivo (Gibson 1979). Queste teorie sono accomunate dal ruolo centrale attribuito ai sistemi senso-motori nella natura della cognizione (Wilson 2002).

Solo recentemente il modello dell'*embodied cognition* ha ricevuto un notevole consenso nella comunità scientifica. Le teorie che si riconoscono in questo

modello che adotta l'*embodied cognition* come termine-ombrello sono molteplici e differenziate lungo due prospettive d'indagine relative ai meccanismi di *embodiment*: la prima analizza l'influenza delle interazioni corporee sull'attività cognitiva in situazioni in cui è richiesta un'elaborazione dell'informazione *on-line* – ossia in presenza di stimoli rilevanti per lo svolgimento del compito –, la seconda, invece, prende in considerazione le situazioni che richiedono un'elaborazione dell'informazione *off-line* – ossia in assenza dello stimolo rilevante o quando esso è sostituito da un simbolo – in cui le risorse senso-motorie intervengono a sostegno dei processi mentali implicati in compiti di *imagery*, ossia di manipolazione di rappresentazioni simboliche o simulazioni senso-motorie immagazzinate nella memoria.

2.2.1 Le differenti accezioni del concetto di *embodiment*

Come evidenziato in una rassegna critica condotta da Margaret Wilson (2002), la mancanza di una prospettiva unitaria, comprensiva della complessità del fenomeno, ha dato luogo ad accezioni distinte del concetto di *embodiment*, che considerano la cognizione come: (i) situata (*situated cognition*) (p.e., Chiel & Beer 1997; Clark 1997; Pfeifer & Scheier 1999; Steels & Brooks 1995); (ii) influenzata dalla pressione imposta da limiti di tempo (p.e., Pfeifer & Scheier, 1999; van Gelder & Port 1995); (iii) connessa all'ambiente poiché questo ne riduce il carico di lavoro (p.e., Glenberg and Robertson 1999; Brooks 1991a; Kirsh & Maglio 1994; Ballard et al 1997); (iv) connessa all'ambiente poiché questo è parte integrante del sistema cognitivo (*distributed cognition*) (Hutchins 1995; Greeno & Moore 1993; Thelen & Smith 1994; Wertsch 1998, Clark 1998); (v) funzionale all'azione (Ballard 1996; O'Regan 1992, Churchland et al 1994; Goodale & Milner 1992; Jeannerod 1997); (vi) fondata su riferimenti corporei

quando è richiesta una elaborazione dell'informazione *off-line*, ossia in situazioni in cui lo stimolo è assente o sostituito da un simbolo (*grounded cognition*) (Dennett 1995; Glenberg 1997; Stein 1994; Barsalou 1999).

- i. ***La cognizione è un'attività situata.*** Numerosi autori (p.e., Chiel & Beer 1997; Clark 1997; Pfeifer & Scheier 1999; Steels & Brooks 1995) sostengono che la cognizione sarebbe un fenomeno imprescindibile dal contesto in cui processi percettivi e azione sono coinvolti durante lo svolgimento di un compito. Si parla dunque di cognizione situata (*situated cognition*) in riferimento all'influenza del flusso dell'informazione percettiva e motoria dell'ambiente sui processi di elaborazione mentale. Sebbene il concetto di cognizione situata renda conto di attività *on-line* come, ad esempio, la guida di un'automobile, questo esclude, tuttavia, tutte le attività cognitive di elaborazione dell'informazione *off-line* che si svolgono in assenza di stimoli contestualmente rilevanti per lo svolgimento del compito, come ad esempio nella pianificazione o nei compiti di *imagery*.
- ii. ***La cognizione è influenzata dalla pressione imposta da limiti di tempo.*** Quest'accezione di *embodiment* è strettamente connessa alla prospettiva della cognizione situata e presta particolare attenzione all'influenza dei limiti di tempo in compiti di elaborazione dell'informazione *on-line* in uno specifico contesto d'interazione. Alcuni autori (p.e., Pfeifer & Scheier 1999; van Gelder & Port 1995) sostengono che la cognizione debba essere studiata prendendo in considerazione i parametri temporali che ne costituiscono il contesto in cui si verifica, dal momento che i limiti e le pressioni temporali di un compito contribuirebbero al modellamento

dell'architettura cognitiva. Questi autori si riferiscono dunque a situazioni di elaborazione dell'informazione *on-line* e in tempo reale in cui l'individuo, non avendo il tempo di costruire un vero e proprio modello mentale dell'ambiente da cui derivare un piano di azione, mira a produrre risposte dinamiche e veloci per mezzo di euristiche (Markman & Dietrich 2000).

Quest'approccio si limita a descrivere soltanto situazioni caratterizzate da un limite di tempo ridotto, escludendo tutte le attività quotidiane il cui svolgimento, pur essendo situato, non è necessariamente soggetto alla pressione di ristretti limiti temporali, come ad esempio, nell'ascolto della musica o nella lettura di un libro.

- iii. ***L'ambiente è strumentale alla riduzione del carico cognitivo.*** Secondo questa prospettiva, l'essere umano si servirebbe dell'ambiente per mettere in atto strategie mirate a ridurre il carico sui sistemi di elaborazione dell'informazione (Glenberg and Robertson 1999; Brooks 1991; Kirsh & Maglio 1994; Ballard et al 1997). In situazioni in cui la contingenza impone di svolgere processi di elaborazione dell'informazione *on-line* (come ad esempio in compiti di abilità logico-matematico) l'essere umano può mettere in atto due tipi di strategie per far fronte alle limitazioni del sistema cognitivo: fare riferimento a rappresentazioni mentali preesistenti (ricorrendo dunque a conoscenze immagazzinate in memoria a lungo termine, MLT) oppure, nel caso in cui sia richiesto di manipolare nuove informazioni non precedentemente acquisite, ridurre il carico cognitivo facendo uso dell'ambiente modo strategico, come ad esempio, utilizzare carta e penna per facilitare un calcolo numerico (Kirsh & Maglio 1994). In

questo caso l'ambiente diventa un sistema ausiliario per il mantenimento e la manipolazione delle informazioni.

- iv. ***L'ambiente è parte del sistema cognitivo.*** A partire da quanto illustrato al punto precedente, emerge che l'ambiente possa essere considerato come un'estensione del sistema cognitivo stesso. Da un punto di vista epistemologico, infatti, la mente non può essere considerata come un'unità di analisi significativa, e dunque a sé stante, dal momento che essa non può prescindere dal complesso sistema dinamico in cui avviene il flusso dell'informazione tra l'organismo e il mondo (Greeno & Moore 1993; Thelen & Smith 1994; Wertsch 1998, Clark 1998). La prospettiva della *distributed cognition* considera la cognizione come un fenomeno emergente dal sistema d'interazione organismo-individuo-contesto, ossia distribuito tra l'individuo e la situazione in cui questi interagisce con l'ambiente (Hutchins 1995). Pertanto, secondo questa prospettiva, lo studio della cognizione deve necessariamente basarsi sull'indagine gestaltica del sistema individuo-ambiente piuttosto che sulle singole relazioni che lo compongono (Clark 1998).
- v. ***La cognizione è funzionale all'azione.*** Tale accezione può essere considerata come un'estensione dell'approccio della cognizione situata esposto al punto (i) e attribuisce ai meccanismi cognitivi un valore funzionale per il comportamento adattivo. Secondo quest'approccio la cognizione umana si sarebbe evoluta allo scopo di guidare l'azione (O'Regan 1992, Churchland et al 1994; Goodale & Milner 1992; Jeannerod 1997). Questo rapporto causale tra cognizione e azione è sostenuto da differenti studi, in particolare dagli studi condotti sui processi percettivi e di memoria che evidenziano come questi si siano evoluti al

servizio dell'azione in un ambiente tridimensionale (Churchland et al 1994; Glenberg 1997).

- vi. ***La cognizione off-line è fondata su riferimenti corporei.*** Sebbene l'approccio della cognizione situata renda conto dei meccanismi di *embodiment* in condizioni in cui la cognizione e l'azione mirate allo svolgimento di un compito sono tra loro contemporanee (*on-line*), questo non rende conto dei processi mentali che avvengono *off-line*, ossia in situazioni contestualmente e temporalmente sconnesse dall'insieme di *input* e *output* associati a stimoli rilevanti per lo svolgimento del compito. Tuttavia, numerose evidenze sperimentali sottolineano che, anche quando sconnessa dall'ambiente, la cognizione è fondata (*grounded*) su meccanismi senso-motori che costituiscono, a seconda della situazione, simulazioni del mondo fisico, accenni o vere e proprie esecuzioni di azioni (Bisiach & Luzzatti 1978, Dennett 1995; Glenberg 1997; Stein 1994; Barsalou 2003). Secondo la teoria della *grounded cognition* la conoscenza consisterebbe in simulazioni parziali di stati sensoriali, motori e introspettivi, ossia di eventi percepiti dall'individuo senza che vi sia un corrispettivo nella realtà extra-psichica, come, ad esempio, emozioni, affetti, processi cognitivi o convinzioni. Questi meccanismi di simulazione senso-motoria di situazioni esterne sarebbero fondati su informazioni precedentemente acquisite e parzialmente memorizzate (vedi e.g., Barsalou 1999; Damasio 1989) e sembrano essere il frutto dell'evoluzione di strutture originariamente preposte per la percezione e per l'azione al fine di consentire all'individuo di effettuare inferenze e rappresentare l'informazione anche in assenza dello stimolo inizialmente associato.

Presi complessivamente, gli studi da cui si delineano i sei approcci al concetto di *embodiment* appena descritti ne enfatizzano due diversi aspetti: (i) il senso periferico o *body-based* del concetto di *embodiment* (Niedenthal et al 2005), per cui l'attivazione di stati corporei influenza contestualmente gli stati cognitivi (p.e., Zajonc and Markus 1984) e (ii) il senso centrale o *modality-based* dell'*embodiment* (Niedenthal et al 2005), per cui i sistemi cognitivi modalità-specifici – ossia i sistemi sensoriali che sottostanno alla percezione di una situazione attuale, i sistemi effettori che sottostanno all'azione e i sistemi introspettivi che sottostanno all'esperienza conscia dell'emozione, della motivazione e delle operazioni cognitive – attiverebbero simulazioni di esperienze corporee (p.e., Damasio 1994, Glenberg 1997, Barsalou 1999, Gallese 2003). Seppur distinte, queste due concezioni possono essere considerate tra loro complementari, dal momento che mettono in luce sia l'importanza dell'influenza dei meccanismi senso-motori periferici sui processi mentali (*body-based*) che il ruolo primario della cognizione sui meccanismi senso-motori (*modality-based*). L'*embodiment* può essere dunque definito come una complessa interrelazione tra corpo e mente, che segue meccanismi di tipo *top-down*, in cui la cognizione influisce direttamente sui processi senso-motori (Casasanto 2009; Barsalou 1999), e meccanismi di tipo *bottom-up*, in cui le esperienze corporee contestuali influenzano i processi cognitivi di alto livello (Barsalou 1999).

Il presente lavoro indirizza l'interesse verso l'indagine dei meccanismi di *embodiment top-down* della cognizione sociale, in linea con un numero crescente di studi che, negli ultimi decenni, ha sottolineato il coinvolgimento della cognizione sociale (p.e., atteggiamenti, pregiudizi, stereotipi) su variabili corporee come stati, posture, movimenti o espressioni facciali.

2.3 L'*embodiment* della cognizione sociale

Negli ultimi anni, con l'affermarsi delle teorie dell'*embodied cognition*, la ricerca nel campo della *social cognition* ha visto un cambiamento di prospettiva da un modello della rappresentazione della conoscenza di tipo amodale verso un modello secondo cui la rappresentazione mentale dell'informazione sociale ed emotiva sarebbero strettamente connesse ai processi senso-motori. Un numero crescente di studi rileva, infatti, che i processi di *embodiment* non sono epifenomeni dell'elaborazione dell'informazione sociale, ma costituiscono il nucleo attorno al quale questa si sviluppa (Barsalou 2003). Per questo motivo, lo studio della *social cognition* ha integrato e applicato le teorie e i metodi dell'*embodied cognition* allo studio dell'*embodiment* della cognizione sociale.

Fino a tempi recenti, la maggior parte dei modelli su cui si fondava la psicologia sociale condivideva la metafora della mente come un calcolatore, secondo cui la mente sarebbe stata un'entità indipendente dal corpo così come in un computer il software è indipendente dall'hardware (Block 1995; Dennett 1969). Questo modello di rappresentazione dell'informazione ipotizza l'esistenza di un'unità di elaborazione centrale per la gestione dei subsistemi d'*input* sensoriale e di *output* motorio. Questi subsistemi elaborano le rappresentazioni di simboli astratti e amodali, che sono a carico dei processi cognitivi di alto livello, e le comunicano al sistema motorio, il cui ruolo è di eseguire i comandi dell'esecutivo centrale (Fodor 1983). Pertanto, secondo il modello amodale dell'architettura dell'informazione, i processi cognitivi di alto livello sarebbero connessi alle corrispondenti rappresentazioni fisiche per mezzo di relazioni arbitrarie, indipendenti dalla modalità con cui l'informazione viene acquisita (Newell & Simon 1972; Pylyshyn 1984).

Per esempio, in una situazione d'interazione sociale, l'esecutivo centrale avrebbe il compito di trasmettere alla MLT i significati di percezioni, azioni e introspezioni di cui si è avuta esperienza attraverso sistemi di rappresentazione simbolici, astratti e amodali. In questo senso, l'incremento dell'organizzazione di tali rappresentazioni in strutture di concetti astratti sempre più complesse sarà proporzionale alle conoscenze dell'individuo sull'esperienza corrispondente (Collins & Quillian 1969). Secondo questa prospettiva, dunque, le rappresentazioni amodali delle esperienze sociali costituiscono l'insieme della conoscenza sociale di un individuo (Niedenthal et al 2005).

Tuttavia, con gli sviluppi delle neuroscienze cognitive e sociali è emerso che il modello dell'architettura amodale della conoscenza, tradizionalmente in uso fino ad anni recenti, non è in grado di spiegare esaustivamente fenomeni complessi tenendo in considerazione i vincoli neurali, psicologici e situazionali che li compongono. Inoltre, non sono state riportate in letteratura evidenze neuropsicologiche a favore di un processo di ricodifica amodale di simboli originariamente modalità-specifici (Niedenthal et al 2005),

D'altro canto, i numerosi risultati ottenuti dallo studio della *social cognition*, e in particolare dallo studio di atteggiamenti, empatia ed emozioni, hanno permesso di riformulare le teorie della rappresentazione della conoscenza verso una prospettiva *embodied* secondo cui i processi mentali alla base della rappresentazione dell'informazione sociale sarebbero strettamente connessi ai processi senso-motori che veicolano l'interazione tra l'individuo e il contesto sociale.

In una revisione critica del 2003, Lawrence Barsalou integra gli studi della psicologia sociale con gli sviluppi della ricerca sull'*embodiment* offerti dalla

psicologia cognitiva, dalle scienze cognitive e dalle neuroscienze cognitive, raggruppando gli effetti dell'*embodiment* dei processi sociali in macro-categorie. Tra le diverse teorie proposte in letteratura, l'autore individua quattro tipi di effetti di *social embodiment*: (i) gli stimoli sociali percepiti non producono semplicemente stati cognitivi, producono anche stati corporei; (ii) percepire stati corporei negli altri attiva nell'individuo una mimica corporea corrispondente; (iii) stati corporei producono stati affettivi; (iv) la compatibilità di stati corporei e stati cognitivi modula l'efficacia della *performance* (Barsalou 2003).

- i. *Gli stimoli sociali producono stati corporei nel percipiente.* Stimoli percettivi sociali diretti o relative descrizioni verbali, oltre a elicitare risposte cognitive, come ad esempio attribuzioni di causalità o inferenze, producono nell'individuo anche risposte corporee. Questo tipo di effetti è stato tradizionalmente studiato attraverso stimoli di natura verbale o pittorica. Ad esempio, un noto studio condotto da John Bargh e collaboratori (1996) ha applicato il paradigma del *priming* (descritto nel capitolo precedente) attraverso la presentazione di un gruppo di parole associato a stereotipi o tratti di personalità, come ad esempio le parole “grigio”, “Florida” e “bingo” associate allo stereotipo di “anziano” nella cultura statunitense. Gli autori hanno coinvolto due gruppi, uno di controllo, al quale sono state mostrate solo parole neutre, e uno sperimentale, al quale è stato somministrato il compito di *priming*. Dopo aver indagato la validità delle parole selezionate come stimolo *prime*, gli autori hanno infine indagato gli effetti del *priming* sugli stati corporei, cronometrando il tempo che i partecipanti impiegavano per raggiungere l'ascensore una volta usciti dal laboratorio nel quale era stata svolta la

prova. Dai risultati ottenuti è emerso che i soggetti del gruppo sperimentale impiegavano significativamente più tempo a svolgere questo tragitto rispetto ai soggetti della condizione di controllo. Questo risultato è stato spiegato dagli autori come un effetto di *embodiment* degli elementi concettuali che formano il pregiudizio verso gli anziani, tra cui la velocità dei movimenti. Altri studi hanno riprodotto lo stesso disegno sperimentale utilizzando stimoli *prime* differenti, come ad esempio nomi di animali caratterizzati per la loro velocità, (Aarts & Dijksterhuis 2002), riconfermando l'effetto di *embodiment* evidenziato dal lavoro di Bargh.

- ii. *Stati corporei osservati producono una corrispondente mimica corporea nel percipiente.* Un secondo effetto di *embodiment* è stato individuato a carico delle risposte a stimoli di natura sociale, i quali attiverrebbero veri e propri *pattern* di mimica corporea corrispondenti. Ad esempio, in soggetti esposti a filmati in cui erano mostrati volti che esprimevano l'emozione del disgusto, sono state osservate attivazioni a carico dell'insula, un'area cerebrale responsabile dell'elaborazione dell'esperienza emozionale soggettiva, la stessa area che si attiva nella percezione di odori sgradevoli (Wicker et al 2003). Questo effetto è comprovato da numerosi studi di *neuroimaging* (p.e. Hutchison et al 1999; Singer et al 2004), in particolare dagli studi di Giacomo Rizzolatti e colleghi. I ricercatori hanno identificato un circuito di neuroni, chiamati neuroni specchio (*mirror neurons*), che si attivano sia durante l'esecuzione di un'azione agita dal soggetto sia quando la medesima azione è vista dal medesimo soggetto svolta da un altro individuo (Rizzolatti et al 2002). Questo effetto è stato originariamente individuato nella corteccia premotoria delle scimmie sia durante lo svolgimento di alcuni tipi di azione, come afferrare, trattenere e

strappare (Rizzolatti & Sinigaglia 2007), che durante l'osservazione o l'ascolto di stimoli rappresentativi dell'azione stessa (Kohler 2002). Studi successivi hanno indagato lo stesso effetto sugli esseri umani, evidenziando effetti di *mirroring* anche per le esperienze tattili (Blakemore et al 2005), nocicettive (Jackson et al 2005), di disgusto (Wicker 2003) e di piacere (Jabbi 2007). Questi circuiti sembrano avere un ruolo fondamentale non solo per funzioni motorie, somatosensoriali, affettive e interocettive ma anche per alcune funzioni socio-cognitive come l'apprendimento di azioni per imitazione (Oberman et al 2007) e del linguaggio (Rizzolatti et al 1998), oltre a essere alla base dei processi emotivi sociali come l'empatia e la cooperazione (p.e., Hatfield et al 1992; Neumann & Strack 2000). Il ruolo sociale dei circuiti di *mirroring*, in particolar modo nell'azione e nel riconoscimento delle emozioni, è sostenuto da recenti risultati empirici che individuano correlazioni positive tra l'attività di *mirroring* e i questionari di empatia o *mind-reading* (Singer et al 2004; Iacoboni 2005).

- iii. *Stati corporei possono attivare stati affettivi.* Questo effetto sottolinea il ruolo attivo, oltre che adattivo, dei processi di *social embodiment*, i quali possono fungere a loro volta da stimolo attivatore di stati affettivi. Un numero elevato di studi dimostra che l'atto di mimare un'espressione facciale o una postura corporea può produrre lo stato affettivo corrispondente (Adelmann & Zajonc 1989). Ad esempio, da un'indagine dell'influenza della postura sugli stati affettivi è emerso che il compito di assumere una posizione eretta – indicativa di sicurezza e benessere – o accasciata – indicativa d'insicurezza e disagio – e, in seguito, risolvere un puzzle modula la fiducia in se stessi e quindi influisce sulla *performance*. I

soggetti ai quali era stato precedentemente richiesto di assumere una posizione eretta, infatti, mostravano una maggiore concentrazione nei confronti della risoluzione del puzzle rispetto ai quelli che avevano assunto una posizione accasciata (Riskind & Gotay 1982).

- iv. *La compatibilità di stati cognitivi e stati corporei modula l'efficacia della performance.* Questo effetto evidenzia che, al verificarsi dell'incompatibilità tra attributi psicologici *embodied* e processi cognitivi concomitanti, si verifica una diminuzione dell'efficacia della *performance* per via di un conflitto tra la richiesta del compito e lo stato *embodied*. Un esempio è dato da uno studio di attribuzione di valenza condotto da Mark Chen e John Bargh (1999). L'esperimento richiedeva ai partecipanti di categorizzare parole come "amore" e "odio" in base alla loro valenza attraverso due tipi di associazione in cui (i) il movimento di una leva verso di sé corrispondeva a parole positive e, nella direzione opposta, a parole negative; oppure (ii) viceversa. La *performance* dei soggetti della prima condizione sperimentale è risultata significativamente più efficiente rispetto alla seconda condizione, in cui i soggetti commettevano un maggior numero di errori e impiegavano più tempo per lo svolgimento della prova. Questi risultati sono spiegati dagli autori come un effetto d'interferenza tra la valenza *embodied* codificata nel movimento di avvicinamento e allontanamento, opposta, nella seconda condizione, alle richieste del compito cognitivo. Siccome negli esseri umani il gesto di avvicinamento è associato a stimoli positivi e, viceversa, quello di allontanamento a stimoli negativi (Osgood 1953), se la cognizione utilizzasse rappresentazioni *disembodied*, in questo tipo di compito non si verificherebbe l'interferenza tra stati corporei e stati cognitivi.

Questo tipo di effetti d'interferenza tra attributi psicologici *embodied* e processi cognitivi trova riscontro in studi condotti per indagare l'impatto sulla *performance* del tipo di formato rappresentazionale richiesto per l'esecuzione di un compito: quando il contenuto della memoria di lavoro e la modalità di risposta utilizzano lo stesso formato rappresentazionale si verifica un effetto di interferenza sulla *performance*, con livelli di efficienza minori rispetto alla situazione inversa (Segal & Fusella 1970; Barsalou 1999).

Barsalou sintetizza il significato degli effetti di *embodiment* in una teoria unificata secondo cui gli stati corporei avrebbero una posizione centrale nella conoscenza umana, passando attraverso meccanismi di concettualizzazioni situate (Barsalou 2003). Questa conoscenza *embodied* si rappresenta attraverso simulazioni modalità-specifiche di componenti situazionali che, in presenza di stimoli sociali rilevanti, attiveranno le relative concettualizzazioni situate. Quando gli stati *embodied* corrispondono agli stati delle concettualizzazioni concomitanti, l'intero processo di elaborazione è effettuato in modo ottimale; in caso contrario questi vantaggi vengono meno e gli effetti si manifestano sull'efficacia della *performance*.

2.4 La simulazione *embodied* nei processi di cognizione sociale

Dal momento che l'obiettivo di questo lavoro è indagare il ruolo dei processi cognitivi sui meccanismi senso-motori, in questo paragrafo saranno descritti i principali modelli teorici che enfatizzano il ruolo centrale dei sistemi cognitivi sui meccanismi senso-motori.

Le principali teorie dell'*embodied simulation* – ossia, la teoria delle emozioni di Damasio (1994), la teoria della memoria di Glenberg (1997), la teoria dei sistemi di simboli percettivi di Barsalou (1999) e la teoria dell'intersoggettività di Gallese (2003) – forniscono dei modelli in grado di spiegare i processi di attivazione senso-motoria che costituiscono delle vere e proprie simulazioni corporee attivate dai sistemi sensoriali, motori e introspettivi che sottostanno all'esperienza conscia di emozioni, motivazioni e operazioni cognitive. I modelli presentati a seguire sono stati formulati nell'arco dello stesso decennio e condividono una prospettiva che assegna ai sistemi modalità-specifici un ruolo dinamico nei processi di rappresentazione e manipolazione dei concetti.

2.4.1 La teoria delle emozioni

Proposto nel 1994, il modello del neurobiologo Antonio Damasio costituisce una delle tesi più influenti nello studio delle emozioni. Traendo ispirazione dagli studi di William James (1890), secondo cui le emozioni sarebbero il risultato di cambiamenti dello stato dell'organismo in corrispondenza di determinati stimoli che ne elicitano lo stato di attivazione, Damasio sostiene che gli stati emozionali (*emotion*) siano la conseguenza di attivazioni di *pattern* neurali corrispondenti a modifiche corporee, ossia attivazioni, non disponibili alla coscienza, che preparano il corpo all'azione (Damasio 1994). Le successive modifiche corporee modulate dalle attivazioni emozionali corrisponderebbero alla manifestazione osservabile dello stato emozionale interno (*feeling*), la percezione della quale produrrebbe una sensazione corrispondente e ancora al di sotto della consapevolezza. È solo quando l'organismo elabora l'avvenuto cambiamento della rappresentazione del proprio stato (*proto-self*) (Damasio 1994; 1999) che emerge la coscienza centrale (*core consciousness*), fenomeno che permette

all'individuo di essere consapevole del proprio stato emozionale (*feeling a feeling*) al verificarsi di uno stimolo. Damasio riassume questo processo di passaggio dall'emozione alla coscienza centrale dello stesso attraverso cinque fasi (Damasio 1999):

- 1) l'organismo percepisce un dato stimolo e ne attiva una rappresentazione corrispondente, indipendentemente dal fatto che l'individuo sia consapevole o meno del percepito;
- 2) l'elaborazione percettiva attiva i *pattern* neurali predisposti all'elaborazione della classe cui il percepito appartiene;
- 3) le aree neurali coinvolte nell'elaborazione percettiva proiettano alle aree motorie e periferiche, permettendo in tal modo l'attivazione delle risposte emozionali (*emotion*);
- 4) la risposta emotiva è rappresentata da mappe neurali di primo ordine nelle regioni subcorticali e corticali che producono la sensazione corrispondente (*feeling*);
- 5) la sensazione è rappresentata da mappe neurali di secondo ordine che informano dell'avvenuta modifica nella rappresentazione dello stato corporeo (*proto-self*) e favoriscono l'emergere della coscienza centrale (*core consciousness*) dello stato emozionale (*feeling a feeling*).

Sebbene il modello di Damasio sia attualmente considerato come controverso dal punto di vista concettuale (p.e., Brinkmann 2012), la prospettiva sulle emozioni qui esposta ha il pregio di mettere in evidenza il ruolo degli stati corporei nella formazione delle emozioni, entità che per molto tempo sono state considerate come tra loro funzionalmente distinte.

2.4.2 La teoria della memoria

Negli stessi anni in cui Damasio formulava il proprio modello delle emozioni, Arthur Glenberg presentava una teoria a esso affine per via dell'enfasi che questa poneva sull'interrelazione tra stati corporei e processi cognitivi di alto livello. Nel suo "What Memory is For" (Glenberg 1997), l'autore individua alla base dei processi di memoria meccanismi *embodied*, che guidano l'elaborazione e l'immagazzinamento delle informazioni con cui l'organismo entra in contatto nell'ambiente. Partendo dal concetto di *affordance* originariamente proposto da James Gibson (1979), Glenberg sostiene che la relazione tra gli inviti d'utilizzo ambientali (*affordances*) e gli scopi dell'organismo orienta il comportamento specie-specifico. Così come la percezione sarebbe un processo variabile strettamente connesso all'utilità attribuita al percetto, allo stesso modo, la memoria sarebbe un processo *embodied* orientato dalle concettualizzazioni effettuate durante la codifica delle possibili interazioni che possono essere condivise con l'oggetto. Pertanto, se durante la percezione di un oggetto (per esempio uno sgabello) è percepita esclusivamente una delle sue *affordance* (per esempio poter essere utilizzato come una sedia piuttosto che come uno scalino), questo verrà concettualizzato e ricordato in linea con l'utilità a esso attribuita. Questo processo di selezione è vincolato da una rete di relazioni e corrispondenze tra le proprietà dell'ambiente e le proprietà fisiche dell'individuo: i processi percettivi e di memoria sarebbero, quindi, *grounded* nei sistemi sensoriali che veicolano l'informazione. Il modello di Glenberg attribuisce ai processi sensoriali il ruolo di selezione delle informazioni ambientali le cui proprietà rispondono a quelle dell'organismo, permettendo ai sistemi di memoria di elaborare le concettualizzazioni rilevanti.

2.4.3 La teoria dei sistemi di simboli percettivi

Come le teorie precedentemente esposte, anche la teoria dei sistemi di simboli percettivi (*perceptual symbol systems*, PSS) introdotta da Barsalou condivide una prospettiva *embodied* dell'architettura della cognizione. La teoria dei PSS individua una diretta corrispondenza, analogica e modalità-specifica, tra l'informazione percettiva e le relative rappresentazioni mentali, ossia simboli che permettono di elaborare le proprietà rappresentative di un oggetto distale anche quando questo non è presente nel campo percettivo (Barsalou 1999). Secondo Barsalou, il processo di codifica che va dalla percezione immediata dell'oggetto distale alla sua rappresentazione simbolica sarebbe un processo sistematico attraverso cui: (i) gli stati percettivi inducono combinazioni di attività neurali rilevanti che vanno a costituire i simboli percettivi; (ii) i simboli percettivi vanno a loro volta a costituire un *frame*, ossia una struttura composta da un insieme di simboli percettivi per la categoria dell'oggetto o dell'evento immagazzinato in memoria; (iii) alla presentazione di simboli percettivi corrispondono dunque vere e proprie simulazioni senso-motorie di concetti, ossia attivazioni di *frame* e delle relazioni tra simboli che intercorrono in essi. Il modello dei PSS di Barsalou si contrappone alle teorie amodali di Fodor (1983) e di Newell e Simon (1976) secondo cui la codifica dei percetti avverrebbe attraverso una modalità amodale: per queste teorie, dunque, il simbolo o la sua rappresentazione verbale (ad esempio la parola "gatto") non sarebbe connesso da una relazione sistematica morfologica con il percetto (ad esempio l'esperienza percettiva multimodale integrata di un gatto). Tuttavia, a differenza delle teorie amodali, il modello dei PSS proposto da Barsalou permette di risolvere quello che Harnad ha definito come il *symbol grounding problem* (Harnad 1990), individuando alla base della

relazione tra simboli e le relative istanze che questi rappresentano processi di simulazioni *embodied*.

2.4.4 La teoria dell'intersoggettività

La teoria dell'intersoggettività di Vittorio Gallese prende le mosse dallo studio dei neuroni specchio condotto su primati e umani e applica i risultati ottenuti da Rizzolatti (Rizzolatti et al 2002; Rizzolatti & Sinigaglia 2007) all'indagine di tre aspetti fondamentali nelle relazioni interpersonali: imitazione, empatia e attribuzione d'intenti (o *mind reading*). Secondo l'autore, la capacità di definire analogie tra sé e gli altri costituisce un elemento fondamentale nella formazione della cognizione sociale ed è alla base dei processi d'interazione *mirror-matching* attraverso cui gli individui stabiliscono i legami sociali significativi (Gallese 2003). L'imitazione, ossia la riproduzione di un comportamento osservato, l'empatia, ossia la capacità di provare le stesse emozioni o sensazioni osservate e l'attribuzione d'intenti rappresentano tre modalità di relazione interpersonale che, pur coinvolgendo modalità di risposta differenti (che passano cioè attraverso azioni, emozioni o pensieri), condividono un meccanismo di base comune che definisce uno spazio intersoggettivo condiviso: la simulazione *embodied*. Secondo Gallese, il meccanismo su cui si basano le simulazioni sociali *embodied* segue processi automatici, preriflessivi e non consapevoli, la cui attivazione permette la costituzione di uno spazio di significati interpersonale condiviso, in cui il sé e gli altri, il percipiente e il percepito, rappresentano estensioni interconnesse di un sistema dinamico governato da regole reversibili.

La teoria dell'intersoggettività si fonda su evidenze neuropsicologiche che individuano tra i correlati neurali dei processi di simulazione sociale *embodied* un sistema neurale *mirror-matching* localizzato nella corteccia premotoria dei primati

e degli umani (Rizzolatti et al 2002). Inoltre, numerosi studi comportamentali dimostrano l'importanza della simulazione *embodied* nei processi sociali (p.e., Brandt & Stark 1997; Spivey et al 2000) mostrando che gli umani tendono ad accompagnare l'attività di *imagery* attraverso simulazioni corporee di esperienze motorie e sensoriali corrispondenti in modo automatico e inconsapevole.

2.5 I processi di *embodiment* alla base degli atteggiamenti

Come illustrato nel capitolo precedente, allo stato attuale, la ricerca in psicologia sociale è concorde nell'assegnare una relazione tra i processi senso-motori alla base del comportamento e gli atteggiamenti, definendo questi ultimi come un'organizzazione di credenze, sentimenti e disposizioni comportamentali verso stimoli di natura sociale (Hogg & Vaughan 2005; Greenwald & Banaji 1995; Anderson 1974; Tesser 1978; Galimberti 1992). Nonostante la tesi dell'*embodiment* degli atteggiamenti risalga alle intuizioni di Charles Darwin e William James (Darwin 1872; James 1890), per molti anni quest'assunzione è stata accantonata a favore di un modello amodale della cognizione sociale, come illustrato nel paragrafo precedente. Tuttavia, con la nascita del dominio di ricerca della *social cognition*, negli ultimi trent'anni si è assistito a un rinnovato interesse per la relazione tra convinzioni, sentimenti e disposizioni comportamentali verso oggetti, gruppi, eventi o simboli sociali e il comportamento motorio. Tali studi si posizionano lungo le due prospettive metodologiche che caratterizzano in generale la ricerca sull'*embodiment*: la prima è mirata a indagare i processi di *embodiment on-line* dell'atteggiamento in presenza di stimoli rilevanti per lo svolgimento del compito; la seconda ha l'obiettivo di investigare l'atteggiamento *embodied off-line*

in situazioni in cui lo stimolo rilevante è assente o sostituito da un'entità simbolica.

Uno dei primi lavori che indaga i meccanismi di *embodiment on-line* degli atteggiamenti è l'esperimento condotto negli anni Sessanta da Andrew Solarz, in cui l'autore individua una relazione tra la velocità dei movimenti e la valenza degli stimoli presentati durante un compito di categorizzazione. Ai soggetti era richiesto di tirare o spingere una leva (due movimenti, rispettivamente, di approccio e di evitamento) a seconda della valenza dello stimolo presentato: i soggetti impiegavano minor tempo laddove la valenza del movimento (positiva per il gesto di approccio e negativa per il gesto di evitamento) e la valenza dello stimolo erano coincidenti e viceversa (Solarz 1960).

Il paradigma alla base dello studio di Solarz è stato ripreso vent'anni a seguire da Gary Wells e Richard Petty (1980), che hanno condotto uno studio in cui è emerso che entrambi i movimenti della testa in segno di approvazione o negazione, se effettuati durante l'ascolto di un messaggio di valenza neutrale, influiscono sul successivo giudizio qualitativo dello stesso. A partire da questo lavoro, altri autori hanno esteso e modificato la procedura sperimentale adottata, ad esempio introducendo la presentazione, apparentemente casuale, di un oggetto durante la prova (Tom et al 1991). In questo tipo di compito, alla fine della prova, ai soggetti era chiesto di scegliere tra l'oggetto in precedenza osservato, ad esempio una penna, e un nuovo oggetto, ad esempio un'altra penna con caratteristiche differenti da quella presentata in precedenza. Anche in questo caso, la preferenza dei partecipanti è risultata significativamente coerente con il significato del gesto effettuato durante la prima presentazione dell'oggetto: se durante la presentazione i soggetti avevano infatti effettuato il gesto di annuire, la probabilità di scegliere

l'oggetto precedentemente osservato era maggiore rispetto alla condizione inversa (Tom et al 1991). Anche John Cacioppo e collaboratori (Cacioppo et al 1993) hanno indagato la relazione tra l'atteggiamento di stimoli sconosciuti (ideogrammi cinesi) e un comportamento motorio differente da quello osservato negli studi di Wells e Petty, ossia l'azione di tirare verso sé, tipicamente associata a comportamenti di approccio con valenza positiva, o di spingere lontano da sé, azione tipicamente associata a comportamenti di evitamento e che riflette atteggiamenti negativi. Come negli studi precedenti, alla fine della prova i soggetti assegnavano valori significativamente più positivi agli stimoli osservati durante il comportamento di approccio e viceversa (Cacioppo et al 1993).

I lavori appena illustrati ipotizzano che alla base degli effetti individuati vi sia un'associazione diretta e assoluta tra le attivazioni muscolari e le valutazioni di stimoli corrispondenti (Cacioppo et al 1993) ma non prendono in considerazione, in tal modo, il ruolo del contesto nella formazione di associazioni tra comportamenti motori e valutazioni qualitative (McCall et al 2011). Studi più recenti suggeriscono che l'associazione tra stimolo e risposta motoria sia guidata da processi variabili in base alle esperienze e ai vincoli imposti dalla situazione (Markman & Brendl 2005; Lavender & Hommel 2007). Ad esempio, alcuni autori suggeriscono che, attraverso un set d'istruzioni o l'induzione di un condizionamento avversivo, un dato comportamento motorio può essere associato sia a un valore positivo che a un valore negativo, per cui la successiva esposizione a stimoli di valenza qualitativa attiverebbe il comportamento motorio precedentemente associato (Beckers et al 2002; Eder & Rothermund 2008). Questi studi evidenziano che gli effetti di *embodiment on-line* sono processi situati variabili in base al contesto e alle esperienze, possono essere il risultato di

associazioni arbitrarie tra stimoli *e pattern* motori e svolgono, dunque, un ruolo adattivo.

Tuttavia, i risultati sinora illustrati non spiegano il coinvolgimento dei sistemi senso-motori in contesti in cui l'oggetto verso cui è diretto l'atteggiamento non è presente. Gli studi che indagano l'atteggiamento *embodied off-line* dimostrano che, in assenza degli stimoli attraverso cui si è formata l'associazione tra un comportamento e un'attribuzione di valenza, come ad esempio nell'elaborazione di concetti attraverso entità simboliche, si verifica l'attivazione dei *pattern* modalità-specifici precedentemente stabiliti in fase di elaborazione *on-line* dell'associazione tra stimolo e risposta. Sulla base di questo, tali studi sostengono che maggiore sarà la coerenza tra l'atteggiamento *embodied* e la valenza dell'informazione *off-line*, maggiore sarà l'efficienza del processo di elaborazione concettuale alla base e, quindi, della *performance* (Niedenthal et al 2005).

Differenti autori hanno dimostrato l'esistenza della relazione sistematica tra i processi di elaborazione concettuale e gli atteggiamenti *embodied* (p.e., Chen & Bargh 1999; Neumann & Strack 2000). Ad esempio, Fritz Förster e Jens Strack (1998) hanno indagato questo effetto in compiti di rievocazione d'informazioni dalla MLT: ai soggetti era chiesto di effettuare rievocazioni libere di nomi di personaggi famosi durante lo svolgimento di un compito motorio di approccio (tirare verso di sé un piano) o di evitamento (spingere su un piano).

Successivamente, ai partecipanti era quindi chiesto di attribuire un valore di gradimento (positivo, neutrale o negativo) ai nomi rievocati. I risultati evidenziano che i partecipanti cui era stato assegnato il compito motorio di approccio (di valenza positiva) rievocavano un maggior numero di personaggi famosi graditi rispetto a quelli che avevano attuato il comportamento motorio

evitante (di valenza negativa) durante la rievocazione libera. In questo caso, dunque, l'atteggiamento *embodied* aveva influito sul compito di rievocazione, facilitando la rievocazione di oggetti verso i quali era rivolto un atteggiamento congruente con il significato *embodied* del *pattern* motorio in atto.

Concludendo, i due effetti di *embodiment* degli atteggiamenti esposti sottolineano una corrispondenza tra attribuzioni di valenza e processi senso-motori modalità-specifici, attribuzioni che possono essere elaborate *on-line* dalla memoria di lavoro e associate a un *pattern* motorio concomitante oppure *off-line* dalla MLT in presenza di stimoli che rappresentano concettualmente oggetti verso i quali, in precedenza, si è consolidata un'associazione tra valenza e risposta.

2.6 Conclusioni

In anni recenti, lo studio della cognizione è stato oggetto di un profondo mutamento per opera delle teorie dell'*embodied cognition*, di cui una prospettiva olistica dell'individuo nelle sue strategie di adattamento rappresenta il superamento del dualismo mente-corpo che ha caratterizzato i principali modelli delle scienze cognitive e sociali.

Questo mutamento, tuttora in atto, ha origine da un rinnovato interesse per l'organismo come parte di un sistema cognitivo attraverso cui l'individuo interagisce con l'ambiente esterno e prende parte alla complessità di significati che ha origine nella dinamica del contesto sociale.

In questa sezione è stata offerta una panoramica delle principali prospettive che costituiscono il paradigma teorico dell'*embodied cognition*, con una particolare attenzione per i processi modalità-specifici alla base della cognizione sociale. In linea con gli obiettivi del lavoro, sono state dunque illustrate le principali teorie

dell'*embodied simulation* secondo cui le attivazioni senso-motorie corrispondono a concettualizzazioni situate dell'esperienza sociale e possono essere dunque considerate come simulazioni modalità-specifiche dei contenuti dell'*embodied social cognition*.

Il capitolo presentato intende fornire una panoramica descrittiva del paradigma teorico dell'*embodied cognition* su cui si fonda l'indagine sperimentale oggetto della presente dissertazione. A partire dalle teorie che sottolineano l'interdipendenza tra la cognizione umana – inclusa la *social cognition* – e i meccanismi senso-motori coinvolti nell'elaborazione dell'informazione, è stata infatti condotta un'indagine di *eye-tracking* e cognitiva dei meccanismi oculo-senso-motori in relazione agli atteggiamenti impliciti, che sarà dettagliatamente descritta nel capitolo 4. Nel prossimo capitolo saranno invece approfondite la metodologia dell'*eye-tracking* e la sua applicazione allo studio dei processi cognitivi espliciti e impliciti.

3 L'*eye-tracking* nello studio della cognizione: revisione critica

3.1 Introduzione

Nel terzo capitolo saranno descritti i principi, le tecniche e i metodi su cui si fonda l'*eye-tracking* e i principali lavori che adottano il tracciamento oculare per l'indagine dei processi cognitivi espliciti e impliciti. L'obiettivo di questa sezione è fornire una revisione analitica dei limiti e dei punti di forza che caratterizzano la metodologia d'indagine utilizzata per lo studio sperimentale oggetto di questa dissertazione.

L'*eye-tracking* sarà illustrato a partire da una panoramica storica delle tecniche e dei principali campi di applicazione da cui si sono sviluppati gli attuali sistemi di tracciamento oculare secondo linee metodologiche distinte. Discussa la questione dell'accuratezza della misurazione e le principali problematiche a carico dei differenti sistemi di tracciamento proposti negli anni, saranno illustrati i due metodi oggi maggiormente utilizzati, ossia il rilevamento delle caratteristiche dell'occhio e del viso e il riflesso corneale.

Una particolare attenzione sarà successivamente dedicata alle tematiche di studio attinenti agli scopi dell'indagine del presente lavoro, ossia l'analisi dei processi cognitivi e lo studio dei processi impliciti. In una seconda sezione saranno quindi descritte le recenti evidenze sperimentali relative alle caratteristiche del movimento oculare, al ruolo che questo ricopre nei processi d'integrazione dell'informazione, ai meccanismi neuropsicologici coinvolti nell'elaborazione

dell'informazione visiva e, infine, alle differenze individuali che possono sorgere nelle diverse età dello sviluppo.

3.2 Che cos'è l'*eye-tracking*

L'*eye-tracking* (tracciamento oculare) è in un insieme di metodi e tecniche che permettono di tracciare il movimento oculare attraverso il rilevamento e l'elaborazione dell'interazione visiva in un singolo individuo in un determinato contesto.

L'interesse per l'elaborazione di tecniche per l'*eye-tracking* nasce durante la seconda metà del XIX secolo in seguito agli studi dell'oftalmologo Louis Emile Javal (1990) che nel 1879 per primo individuò la caratteristica alternanza tra movimenti saccadici e fissazioni oculari di breve durata durante la lettura di un testo scritto. A partire dalle prime tecniche di analisi del comportamento oculare, che richiedevano l'adozione di strumenti per la rilevazione del movimento attraverso il contatto diretto con la cornea (Huey 1968) (Figura 3.1), nel XX secolo si è assistito a una evoluzione verso metodologie gradualmente sempre più precise e meno intrusive che prevedevano la combinazione del riflesso corneale con tecniche di *motion picture* (Dodge & Cline 1901).

Per molti anni, le tecniche di *eye-tracking* sono state prevalentemente applicate alla ricerca in ambito medico e allo studio dei processi coinvolti nella lettura.

Tuttavia, grazie al diffondersi di studi di marketing e di tecniche di progettazione delle interfacce visive, a partire dal 1970 le tecnologie di tracciamento oculare hanno avuto un notevole sviluppo che ha portato a un'ampia differenziazione dei sistemi di tracciamento rispetto alle differenti possibilità di applicazione.

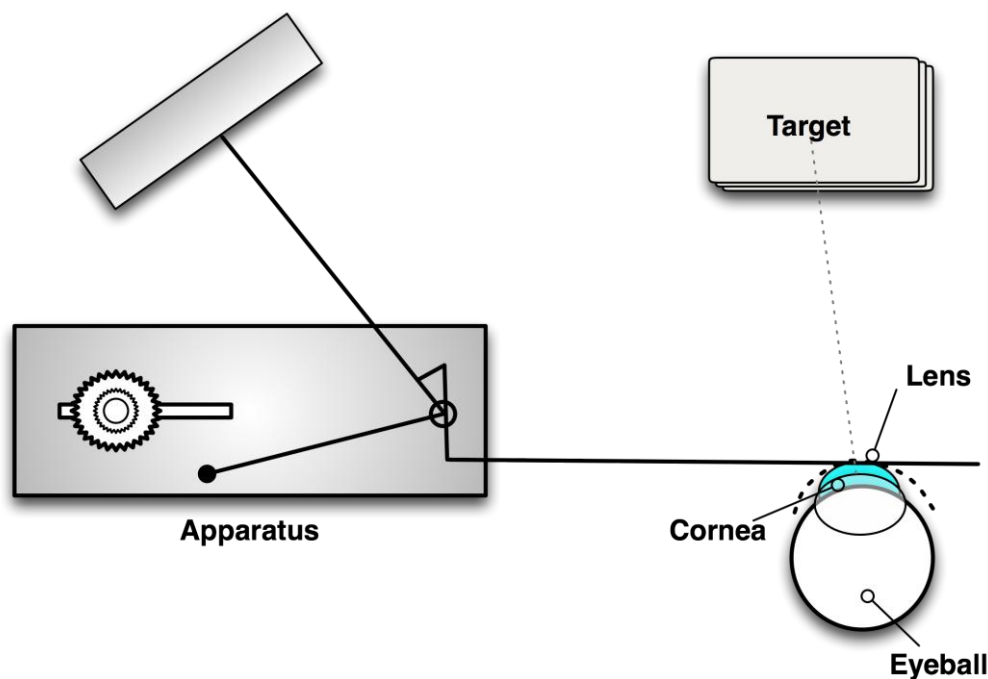


Figure 3.1 Apparato rudimentale per il tracciamento dei movimenti oculari. Il sistema rileva il movimento oculare attraverso quello di una lente corneale connessa a un *eye-tracker* durante il compito di osservazione di un target (Fonte: Mele & Federici 2012).

Il progresso tecnologico applicato a nuove tecniche e algoritmi di rilevamento e analisi dei movimenti oculari ha fornito innovative possibilità metodologiche per l'adozione dell'*eye-tracking* nella ricerca scientifica. La maggior parte del lavoro svolto negli anni Settanta dello scorso secolo si focalizza sul miglioramento delle tecniche di tracciamento oculare con l'obiettivo di accrescere l'accuratezza e la precisione dei sistemi e ridurre l'impatto che la strumentazione può avere sui soggetti e quindi sulla valutazione. Di notevole importanza è stata l'introduzione della tecnica dei riflessi multipli, che ha permesso di individuare le rotazioni del bulbo oculare senza che i movimenti del corpo e della testa influiscano sul rilevamento (Cornsweet & Crane 1973).

Le prime applicazioni delle tecniche di *eye-tracking* allo studio dei processi cognitivi sono state orientate all'analisi della localizzazione dei movimenti oculari e delle proprietà della relazione tra questi e gli stimoli visivi (per esempio, stimoli

in movimento). Tuttavia, con il progresso delle tecnologie di tracciamento, si è manifestato un crescente interesse per l'indagine delle relazioni tra *pattern* di movimenti oculari e attività cognitive (Just & Carpenter 1975).

Dal 1980 a oggi, parallelamente all'evoluzione e alla diffusione dei micro-computer, le tecniche di *eye-tracking* sono state adottate in numerosi campi di applicazione sia come dispositivi d'*output* – che restituiscono come dati in uscita le informazioni sulla posizione dell'occhio rispetto alle coordinate dell'interfaccia – ad esempio nello studio della *Human-Computer Interaction* (HCI) (p.e., Card 1984; Ellis et al 1998; Jay et al 2007; Nielsen & Pernice 2009), che come dispositivi di *input* – in cui i movimenti oculari vengono tradotti in segnali di comando in entrata – (Hutchinsons et al 1989; Starker & Bolt 1990; Jacob 1991; Zhai et al 1999) con una particolare attenzione per le tecnologie assistive (TA), un termine ombrello per qualsiasi dispositivo o sistema che permetta agli individui di svolgere compiti che altrimenti non sarebbero in grado di fare o che aumenti la facilità e la sicurezza con le quali le attività possono essere eseguite (WHO 2004, p. 10; Federici & Scherer 2012). In linea con gli scopi dell'indagine, in questo capitolo saranno illustrati esclusivamente gli studi connessi all'utilizzo dei sistemi di *eye-tracking* come dispositivi d'*output*.

3.3 Revisione: obiettivi e metodo

Lo scopo generale della trattazione è di fornire una visione d'insieme dello stato dell'arte sui sistemi di *eye-tracking* rispetto agli aspetti tecnologici e applicativi per l'indagine di processi cognitivi, in linea con gli obiettivi dell'indagine oggetto della dissertazione.

Per questo motivo, è stata indagata la produzione scientifica internazionale pubblicata negli ultimi vent'anni a partire da un approccio tecnico-applicativo che prenda in esame sia i più attuali metodi e tecniche di *eye-tracking* che l'applicazione di questi nello studio dei processi cognitivi espliciti e impliciti, con una particolare attenzione per la variabilità delle differenze individuali e delle condizioni ambientali.

La ricerca bibliografica è stata condotta consultando le principali banche-dati digitali EBSCO, *Cambridge Scientific Abstracts (CSA)*, e *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Xplore*, in linea con i criteri di classificazione che includano le seguenti aree: (i) metodi e tecniche di tracciamento oculare nello studio della HCI; (ii) processi cognitivi coinvolti nell'elaborazione dell'informazione visiva; (iii) tracciamento oculare e differenze individuali, (iv) processi sociali impliciti coinvolti nell'elaborazione dell'informazione visiva. Il processo di ricerca bibliografica è illustrato in Figura 3.2.

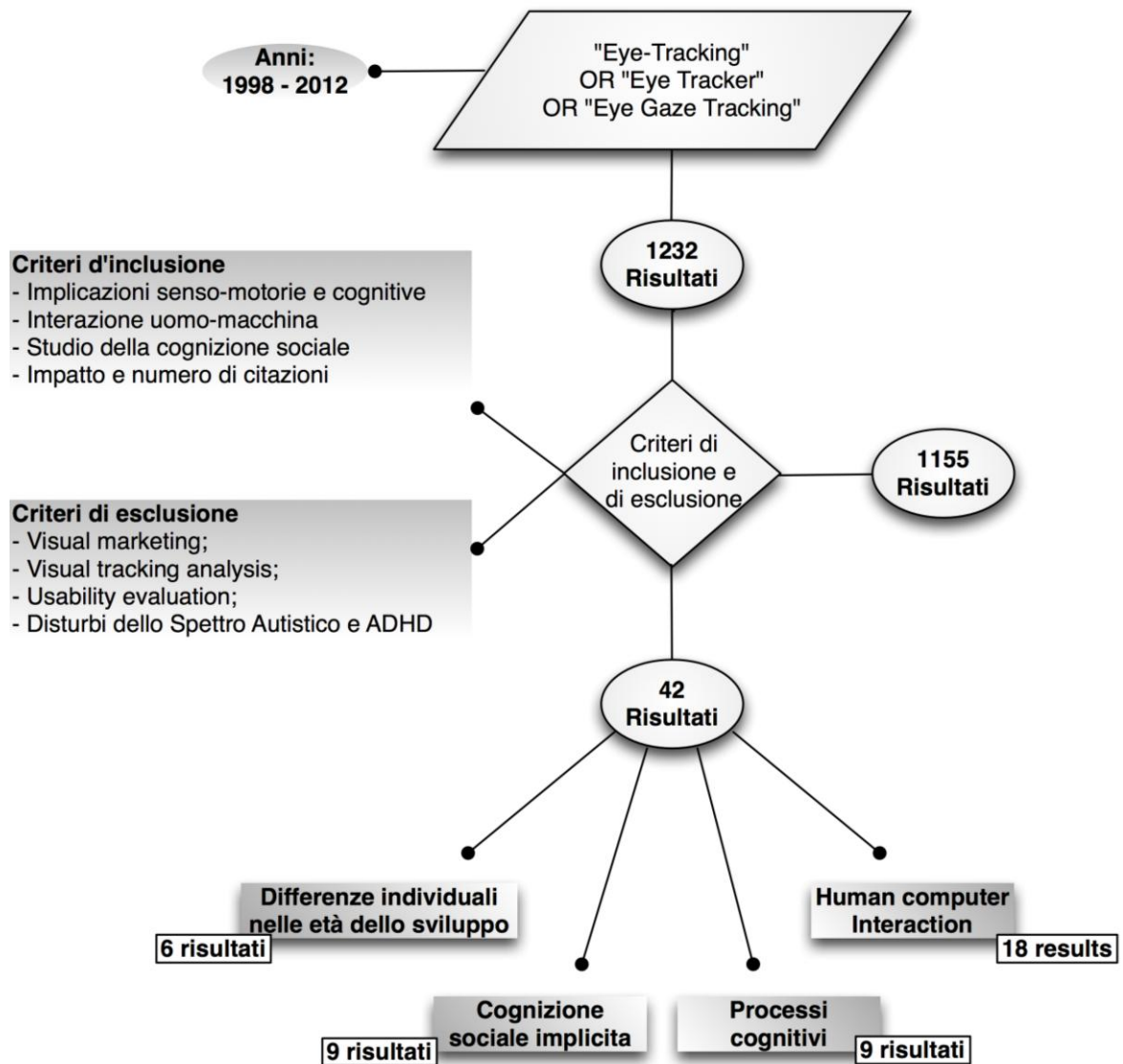


Figure 3.2 Processo di selezione dei prodotti bibliografici indicizzati dalle banche-dati CSA, EBSCO e IEEE Xplore per le chiavi di ricerca "Eye-Tracking" OR "Eye-Tracker" OR "Eye Gaze-Tracking".

Una prima esplorazione delle banche-dati è stata condotta attraverso le chiavi di ricerca "Eye-tracking", "Eye-tracker" e "Eye gaze-tracking" combinate attraverso l'operatore booleano "OR". In seguito alla rimozione dei duplicati, una seconda indagine bibliografica è stata effettuata in linea con specifici criteri d'inclusione ed esclusione.

Tra i criteri d'inclusione sono stati considerati rilevanti:

- Lo studio delle implicazioni senso-motorie e cognitive dei sistemi di tracciamento oculare.
- Lo studio del coinvolgimento di sistemi di tracciamento oculare in contesti di interazione uomo-macchina.
- Lo studio dei movimenti oculare nei processi di cognizione sociale.
- L'importanza delle voci bibliografiche sulla base dell'impatto e del numero delle citazioni.

Sono stati invece esclusi:

- Gli studi le cui applicazioni risultassero di interesse commerciale, come, ad esempio, il *visual marketing*.
- Gli studi connessi all'indagine degli aspetti fisiologici coinvolti in compiti di *visual-tracking*, fatta eccezione per le indagini condotte in soggetti in età dello sviluppo.
- Le analisi di valutazione dell'usabilità d'interfacce attraverso tecniche di tracciamento oculare.
- L'analisi dei movimenti oculari in individui con disturbi dello Spettro Autistico e disturbo da deficit d'attenzione e iperattività (ADHD).

I risultati sono stati suddivisi in 4 aree di interesse, per un totale di 42 riferimenti bibliografici: (i) HCI: metodi e tecniche di tracciamento oculare (18 risultati); (ii) processi cognitivi coinvolti nell'elaborazione dell'informazione visiva (9 risultati); (iii) tracciamento oculare in soggetti in età dello sviluppo (6 risultati); (iv) processi impliciti coinvolti nell'elaborazione dell'informazione visiva di natura sociale (9 risultati). Queste aree d'indagine saranno descritte nei paragrafi a seguire.

3.4 Metodi e tecniche di *eye-tracking*

A partire dalle sue origini con gli studi di Louis Emile Javal (1990), la ricerca sull'*eye-tracking* si è sviluppata lungo tre periodi storici, caratterizzati dall'interesse progressivo verso: (i) le caratteristiche psicofisiologiche del movimento oculare (dal 1879 al 1929 circa); (ii) la ricerca applicata alla luce della prospettiva allora dominante, il comportamentismo (dal 1930 al 1958 circa); e (iii) l'evoluzione tecnologica dei sistemi di rilevamento del movimento oculare (dal 1970 al 1998 circa) (Rayner 1998). Nell'ultimo decennio (dal 1998 a oggi), definito da Andrew Duchowski come la quarta era dell'*eye-tracking* (Duchowski 2002), sono stati proposti in letteratura metodi quantitativi sempre più avanzati e tecniche per il rilevamento e l'analisi statistica dei movimenti oculari sempre più robuste e meno intrusive. In questo periodo assumono un rilievo fondamentale le discipline coinvolte nello studio della HCI, quali la psicologia sperimentale e le scienze informatiche.

L'attendibilità del rilevamento dei movimenti oculari è associata a tre aspetti della misurazione: (i) la corretta individuazione della pupilla; (ii) l'interpretazione della posizione dello sguardo rispetto all'interfaccia osservata, e (iii) la corretta interpretazione della posizione *frame by frame* dello sguardo rispetto a interfacce dinamiche, come ad esempio le immagini video. In altre parole, le problematiche della misurazione sono connesse a due grandi aree d'indagine: la localizzazione dell'occhio rispetto all'interfaccia (*eye-detection*) e la stima del percorso che lo sguardo fa rispetto all'immagine (*gaze-detection*).

Le tecnologie di tracciamento sviluppate dagli anni Settanta agli anni Novanta dello scorso secolo hanno tuttavia evidenziato numerose problematiche di validità e accuratezza a carico degli algoritmi di rilevamento della posizione spazio-

temporale dell'occhio rispetto alle coordinate dell'interfaccia, dovute in larga parte alle limitazioni delle specifiche hardware disponibili all'epoca.

Guidata dallo scopo di fornire algoritmi sempre più efficienti, la ricerca sull'*eye-tracking* che si è sviluppata nell'ultimo decennio ha permesso un notevole sviluppo delle due grandi aree di studio succitate: (i) lo studio dell'*eye-detection*, ovvero la localizzazione dell'occhio da parte del sistema di tracciamento, e (ii) lo studio del *gaze-tracking*, ovvero la misurazione della traiettoria dello sguardo, inteso sia come direzione dello sguardo che come punto di osservazione oculare (*Point of Regard, PoR*) (Hansen & Ji 2010).

(i) La prima area di ricerca, lo studio dell'*eye-detection*, utilizza come punti di riferimento le aree dell'occhio e del viso per identificare modelli di rilevamento universali, che tuttavia sono soggetti a problematiche sostanziali date da differenze ambientali (come, ad esempio, l'angolazione della testa e del corpo o l'illuminazione) e da variabili individuali (come, ad esempio, il grado di apertura oculare, la riflettanza ottica e la posizione del capo e del corpo). Con l'obiettivo di fornire sistemi di localizzazione della posizione dell'occhio rispetto all'interfaccia sempre più accurati, negli ultimi anni sono stati proposti differenti metodi di rilevamento della posizione oculare, i cui modelli sono basati su punti di riferimento relativi ad alcune caratteristiche morfologiche dell'occhio e del viso (p.e., Amarnag et al 2003; Bagci et al 2004; Haseyama & Kakeno 2005).

L'*eye detection* è una tecnica mirata a identificare modelli d'insiemi di caratteristiche morfologiche dell'occhio che siano sufficientemente rappresentativi della complessità dell'organo e delle sue funzioni e, allo stesso tempo, sufficientemente standardizzati da poter essere rappresentati computazionalmente. Questa standardizzazione dell'aspetto delle aree oculari è

resa possibile dall'individuazione di caratteristiche morfologiche comuni tra differenti etnie e condizioni ambientali. Tuttavia, la sfida di queste tecniche, tuttora attuale, è data dall'elevata variabilità dell'aspetto dell'organo visivo, a carico sia dello stesso soggetto – come, ad esempio, per un cambiamento di posizione della testa o del corpo – che delle variabili intervenienti del contesto – come, ad esempio, per un improvviso cambiamento dell'illuminazione.

Negli ultimi anni sono stati proposti numerosi algoritmi che utilizzano la tecnica dell'*eye-detection* nel tentativo di ridurre il più possibile l'influenza di variabili intervenienti come il grado di apertura della palpebra, la variabilità della dimensione dell'occhio, la riflettanza oculare o il colore dell'iride, tra i quali sono rilevanti i modelli di *eye-detection* proposti da Ahmet Murat Bagci e collaboratori (2004) e da Miki Haseyama e Chiaki Kaneko (2005).

Nello specifico, Bagci propone un metodo di rilevamento e tracciamento oculare *feature-based* che utilizza cioè le caratteristiche cromatiche e geometriche del volto per l'analisi della variazione dei segnali nel tempo attraverso l'applicazione di un modello stocastico (Bagci et al 2004), il *Markov chain method* (Markov & Howard 1971). In questo tipo di metodo la localizzazione dell'occhio viene effettuata con una camera monoculare attraverso due fasi di elaborazione. Nella prima fase il rilevamento e la successiva associazione automatica tra quattro punti di riferimento individuati tra le sopracciglia e le narici sono permesse dall'applicazione un algoritmo *intensity-based*, basato cioè sulla intensità cromatica delle aree del volto; la seconda fase, invece, permette di prevedere e tracciare le posizioni dell'occhio nel tempo attraverso il *Markov chain method*. Questo sistema si è dimostrato robusto alle variazioni di luce e a differenti

orientamenti della testa e può essere utilizzato in situazioni ecologiche, come, ad esempio, alla guida di un'automobile.

L'approccio *shape-based* appena illustrato è stato successivamente ampliato da Haseyama e Kaneko (2005) con l'obiettivo di ottenere un algoritmo che effettui il tracciamento in video-sequenze senza la necessità di utilizzare come punti di riferimento caratteristiche del viso o schemi di relazioni geometriche predefiniti. A questo scopo gli autori hanno proposto due sistemi, uno atto a eseguire l'elaborazione statistica di entrambe le regioni oculari, l'altro mirato a localizzare la posizione di ciascun occhio all'interno della regione di riferimento per mezzo del *circle frequency filter* (CFF), ossia un filtro che permette di individuare la forza e l'angolo di fase del movimento oculare a partire dall'intensità del segnale (Haseyama & Kaneko 2005). Attraverso la combinazione dell'approccio *shape-bases* con un filtro di frequenza, questo metodo permette di escludere con accuratezza le aree del viso che hanno una densità simile ai punti di riferimento target, come i capelli; inoltre, permette di escludere il rumore dato dall'illuminazione nelle aree che circondano gli occhi e, di conseguenza, ottenere una stima della posizione dell'occhio più esatta rispetto ai modelli esclusivamente *shape-based*.

(ii) La seconda area di ricerca che si è sviluppata nell'ultimo decennio è orientata a fornire algoritmi di rilevamento della posizione spazio-temporale dell'occhio rispetto a un'interfaccia. Con questo scopo, sono stati proposti in letteratura differenti algoritmi di *gaze-tracking*, ossia algoritmi di misurazione della traiettoria dello sguardo, inteso sia come direzione dello sguardo che come punto di osservazione oculare (*Point of Regard, PoR*). Gli studi focalizzati sulle tecniche di *gaze-tracking* utilizzano modelli basati sull'individuazione dei

movimenti saccadici (movimenti oculari veloci e simultanei) e delle fissazioni (brevi soste oculari della durata minima di 80-100 millisecondi) con lo scopo di individuare la relazione tra l'oggetto di attenzione visiva e la direzione e la durata del punto di osservazione (Hansen & Ji 2010).

In letteratura sono numerosi gli studi che applicano le tecniche di *gaze-tracking* attraverso nuovi metodi sperimentali e d'implementazione (p.e., Amarnag et al 2003; Beymer et al 2003; Kim et al 2004; Zhiwei & Qiang 2005). Questo secondo filone di ricerca prende le mosse da un modello generale di tracciamento dello sguardo che utilizza come punti di riferimento le caratteristiche fondamentali della struttura dell'occhio, il cui rilevamento, tracciamento e stima della posizione nel tempo avviene per mezzo di sistemi video combinati a tecnologie a infrarossi (IR).

L'*eye-tracking feature-based* è il modello più utilizzato tra attuali sistemi di tracciamento in commercio, la maggior parte dei quali utilizza fonti di luce a infrarossi la cui lunghezza d'onda (circa 780-880 nanometri) è invisibile all'occhio umano, non causando in tal modo la contrazione della pupilla, e può essere rilevata da una videocamera predisposta con apposito filtro IR.

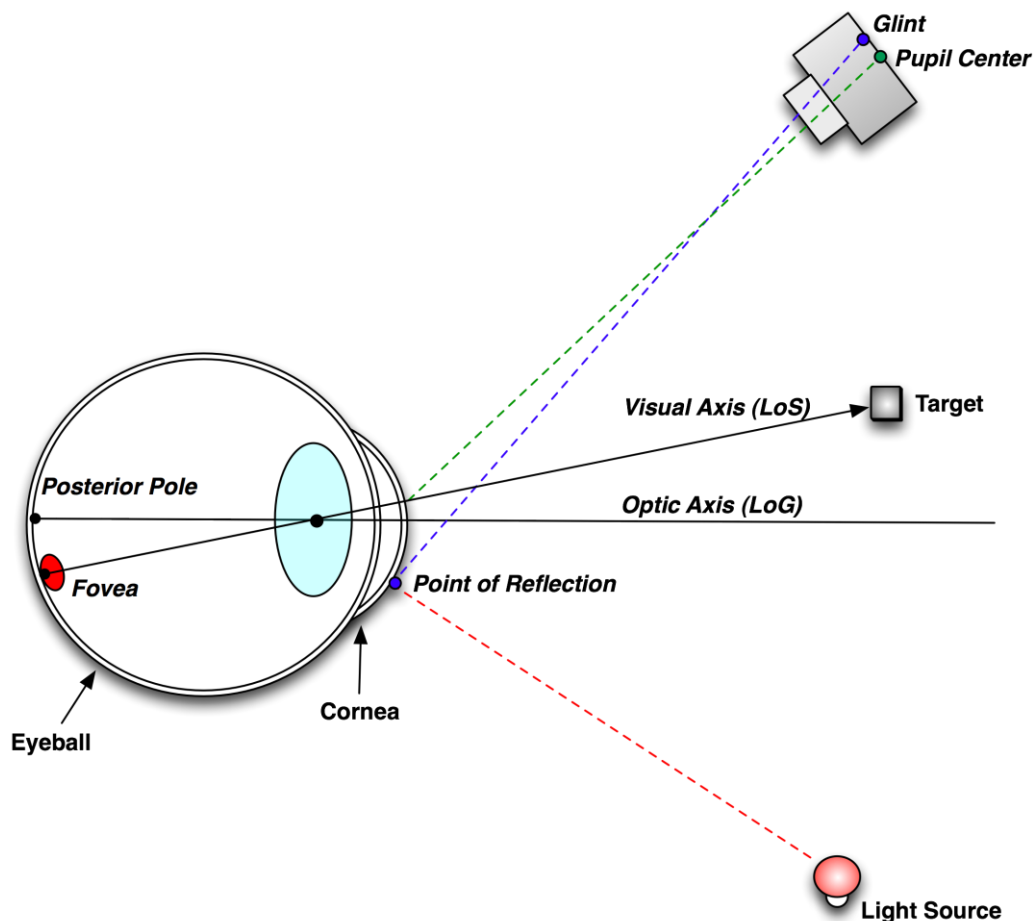


Figure 3.3 I metodi di *gaze-tracking* qui descritti seguono un modello generale che individua la direzione dello sguardo dal calcolo della *line of gaze* (LoG) e della *line of sight* (LoS) (Mele & Federici 2012a).

La Figura 3.3 mostra le strutture dell'occhio coinvolte nella procedura di tracciamento oculare. Il bulbo oculare è una sfera di circa 22-23 millimetri di diametro mentre le parti visibili dell'occhio sono la pupilla, l'iride e la sclera. La pupilla è situata al centro dell'iride e regola, attraverso riflessi di contrazione ed espansione, l'ingresso della quantità di luce nell'occhio; l'iride è un'area caratteristica per la sua pigmentazione, protetta da una membrana trasparente, la cornea, e dietro la quale è allocata una lente biconvessa che permette di mettere a fuoco gli oggetti sulle cellule fotosensibili della retina, area della parte posteriore dell'occhio. Al centro della retina è posizionata una piccola regione, la fovea,

responsabile della percezione dei dettagli fini grazie a un'altissima concentrazione di cellule connesse al nervo ottico.

Attraverso il riflesso corneale è possibile calcolare la distanza tra il punto di riflessione della luce IR e il centro della pupilla. A partire da questo è possibile individuare la posizione delle fissazioni foveali rispetto alla posizione della testa calcolando la distanza tra l'asse ottico (*line of gaze*, LoG) e l'asse visuale (*line of sight*, LoS). L'asse ottico corrisponde alla retta che connette il centro della pupilla, della cornea e del bulbo oculare e individua, dunque, la posizione della testa rispetto a un piano orizzontale; l'asse visuale, invece, è la retta che connette la fovea con il centro della cornea, e corrisponde alla reale direzione dello sguardo. Pertanto, quando gli assi visuali e ottico si intersecano al centro della cornea è possibile individuare la posizione del centro del fovea, da cui si sviluppa la visione focale e, allo stesso tempo, la posizione del centro del bulbo, indicativo della rotazione oculare e dunque della posizione della testa nello spazio (Hansen & Ji 2010).

In una rassegna critica del 2009, Jian-nan Chi e collaboratori (2009) hanno valutato i metodi di *gaze-tracking* esistenti sulla base delle principali caratteristiche che dovrebbero essere garantite nelle interfacce visive computerizzate, riassumibili in sette punti: (i) accuratezza; (ii) attendibilità; (iii) robustezza; (iv) non intrusività; (v) libertà di movimento del capo; (vi) nessuna calibrazione preliminare; (vii) risposta *real-time*.

La maggior parte dei prodotti presi in rassegna dagli autori soddisfano soltanto alcuni di questi requisiti e le principali difficoltà vengono riscontrate specialmente nel tentativo di ridurre le interferenze *real time* (vedi anche Amarnag et al 2003). Infatti, una problematica fondamentale che insorge nell'applicazione dei metodi di

gaze-tracking riguarda il rumore causato dai movimenti della testa in seguito alla calibrazione (Manh Duong et al 2008). Pertanto, lo scopo di numerosi studi recenti è minimizzare l'influenza del movimento attraverso tecniche non intrusive (Beach et al 1998; Beymer & Flickner 2003; Zhang et al 2010).

Alcuni autori (p.e., Topal et al 2008; Ying et al 2007; Price 2009) introducono nei loro lavori l'utilizzo di strumenti che vincolano i movimenti della testa o effettuano la riduzione del rumore nel segnale solo successivamente alla misurazione delle direzioni oculari. Altri, invece, propongono algoritmi che elaborano la posizione del capo durante il rilevamento oculare (p.e., Beach et al 1998; Beymer et al 2003).

Nel 2004, Soochan Kim e collaboratori (2004) illustrano un sistema basato su calcoli geometrici e di algebra lineare per misurare gli angoli di rotazione di due specchi che riflettono la posizione della pupilla illuminata da LED infrarossi, mentre Qiong Zhang e collaboratori (2010) presentano un sistema di calibrazione che adotta la modulazione dei parametri di una videocamera stereo per effettuare localizzazioni tridimensionali del riflesso su uno specchio planare, in modo tale da individuare momento per momento la posizione della testa rispetto alla posizione dell'occhio.

Negli stessi anni, Zu Zhiwei e Ji Qiang (2005) hanno proposto un modello di compensazione dinamico dei movimenti del capo (*dynamic head compensation model*) alternativo alla tecnica del riflesso corneale (*Pupil Center Corneal Reflection technique*, PCCR) utilizzata negli studi precedenti, che permette, durante una posizione del capo arbitraria, di stimare la posizione dell'occhio rispetto a una posizione di riferimento.

Qualche anno a seguire, gli stessi autori hanno ulteriormente avanzato una tecnica di misurazione diretta della posizione oculare, che, oltre ad applicare il modello di compensazione computazionale dinamico per l'adattamento del tracciamento oculare ai movimenti del capo precedentemente proposto, effettua l'analisi dell'angolo di deviazione tra l'asse visuale e l'asse ottico (Zhiwei & Qiang 2007).

In questo paragrafo sono stati illustrati differenti approcci alternativi per stimare la posizione dello sguardo basati su metodi di tracciamento *shape-based*, ovvero basati su elementi morfologici delle aree oculari e del viso, e *feature-based*, basato sulle caratteristiche dell'organo visivo e sulle tecnologie di riflesso corneale IR. Il principale vantaggio di queste ultime, che ne ha consentito un rapido sviluppo nel mercato, è che permettono calibrazioni di *setup* più accurate e semplici da applicare, e consentono, inoltre, una maggiore flessibilità nei movimenti da parte dei soggetti senza la necessità di continue ricalibrazioni anche in seguito a movimenti ridotti (Hansen & Ji 2010). Per questo motivo, in questo lavoro, sarà utilizzata una tecnologia di tracciamento oculare che applica un algoritmo *feature-based* – l'*ITU Gaze Tracker*, attraverso un sistema di video-ripresa combinato a una fonte di luce IR. Le caratteristiche del sistema saranno descritte nel Capitolo 4.

3.5 L'utilizzo dell'*eye-tracking* per l'analisi dei processi cognitivi

Alla base dell'ampia diffusione delle tecniche di *eye-tracking* vi è l'ipotesi largamente convalidata secondo cui i movimenti oculari possono essere considerati come indicatori dell'attività di processi cognitivi sottostanti (Just & Carpenter 1975; Goldberg et al 2002). Numerosi studi sperimentali, infatti, dimostrano l'esistenza di una stretta relazione tra i movimenti oculari in compiti

di attenzione visiva e il modo in cui l'informazione osservata è elaborata a livello cognitivo (Goldberg & Kotval 1999; Jacob & Karn 2003). Gli studi condotti dalla ricerca nella HCI degli ultimi trent'anni si sono soffermati sull'obiettivo di individuare e analizzare gli specifici processi cognitivi coinvolti in differenti compiti di elaborazione visiva attraverso la combinazione tra tecniche di *eye-tracking* e tecniche di analisi dell'interazione tra individui e interfacce visive.

Già dal 1970 la ricerca sull'*eye-tracking* applicata alle scienze cognitive si è distinta in aree di indagine, i cui studi più recenti saranno descritti nei paragrafi a seguire: (i) analisi delle caratteristiche del movimento oculare (ad esempio, soppressione e latenza dei movimenti saccadici); (ii) analisi delle componenti che intervengono nei processi di integrazione dell'informazione (ad esempio, *scene perception*); (iii) indagine dei meccanismi coinvolti nel controllo dei movimenti e nell'elaborazione di *target* nello spazio (ad esempio, *visual tracking* e *visual search*) con (iv) una particolare attenzione per l'analisi delle differenze individuali (differenze nelle età dello sviluppo) (Rayner 1998).

3.5.1 Le caratteristiche del movimento oculare

Tra i recenti studi volti ad analizzare le caratteristiche del movimento oculare sono rilevanti i lavori condotti da Joseph Goldberg e collaboratori, che hanno indagato la relazione tra la durata delle fissazioni oculari e i processi cognitivi coinvolti durante l'osservazione visiva.

Questi lavori hanno origine dalla teoria proposta da Geoffrey Loftus e Norman Mackworth (1978), secondo cui la durata delle fissazioni oculari corrisponde a una sottostante difficoltà di elaborare informazione a un livello cognitivo. A partire da queste premesse, Goldman e collaboratori hanno osservato che la durata

delle fissazioni aumenta in corrispondenza di un incremento del carico dell'attività cognitiva coinvolta nel processo di interpretazione dell'informazione osservata (Goldberg & Kotval 1999), confermando in tal modo i risultati ottenuti da studi precedenti (p.e., Henderson et al 1999).

Successivamente, a partire dall'ipotesi che il numero totale di fissazioni abbia una diretta correlazione con il livello di difficoltà di analisi delle componenti del contenuto dell'informazione (Doll 1993), Laura Cowen e collaboratori (2001) hanno indagato il comportamento oculare nell'esplorazione di pagine web, evidenziando che all'aumentare della densità spaziale, e dunque della complessità di un'interfaccia, aumenta anche la frequenza delle fissazioni e la difficoltà nello svolgimento del compito, ossia il raggiungimento di un'informazione *target*.

Dal momento che questa tipologia di studi prende in analisi esclusivamente misure oggettive, non considerando pertanto l'esperienza del soggetto, Lynne Cooke e collaboratori (2006) hanno condotto uno studio mirato a indagare sia la durata e la frequenza delle fissazioni che i *self-report* degli utenti relativi a un compito di navigazione web, in cui ai soggetti veniva richiesto di rispondere ad alcune domande sul contenuto delle pagine visitate. I risultati ottenuti mostrano una correlazione tra le misure oggettive del movimento oculare e i *self-report*, sebbene questi rivelino solo le componenti auto-percepite dei processi cognitivi implicati durante la navigazione.

3.5.2 Il ruolo del movimento oculare nell'integrazione dell'informazione

Una problematica largamente dibattuta nelle scienze cognitive riguarda la natura dell'integrazione dell'informazione visiva complessa.

Secondo Patricia Carpenter e Priti Shah (1998) il processo d'integrazione dell'informazione avverrebbe attraverso un processo che coinvolge le seguenti fasi di elaborazione: (i) una fase di elaborazione preliminare, finalizzata al riconoscimento del *pattern* e (ii) due fasi di elaborazione dell'interpretazione dell'informazione. Questo tipo di processo permetterebbe quindi (i) la codifica del *pattern* visuale e la successiva formazione di un *chunk* visivo, (ii) la traduzione del *pattern* in una corrispondente interpretazione quantitativa e qualitativa e la connessione di tale interpretazione con le componenti relative dell'informazione, ciclo che si ripete per ogni *chunk* visivo (Carpenter & Shah 1998).

A differenza di Carpenter & Shah, altri autori si sono focalizzati su come i processi coinvolti nell'interpretazione di un grafo siano strettamente connessi alla natura del compito. Per esempio, Douglas Gillian e Robert Lewis (1994) hanno proposto un modello composto da cinque stadi di elaborazione in cui l'integrazione è connessa all'identificazione delle rappresentazioni spaziali (*mixed arithmetic-perceptual*, MA-P). Sulla stessa linea, Christopher Wickens e Melody Carswell (1995) ipotizzano che l'integrazione dell'informazione sia connessa con il principio gestaltico di prossimità. Entrambi gli approcci mettono in evidenza il ruolo fondamentale della componente spaziale nei processi di integrazione.

In tempi recenti, Raj Ratwani e collaboratori (2008) hanno analizzato i processi di comprensione dell'informazione visiva attraverso tecniche di *eye-tracking* in combinazione con una tecnica di protocollo verbale, ossia il *thinking aloud* (Federici et al 2010). I risultati ottenuti suggeriscono che il processo d'integrazione coinvolge due componenti: l'integrazione visuale, che permette la formazione di *cluster* visivi per gruppi di dati tra loro connessi per caratteristiche (spaziali, semantiche o percettive), e l'integrazione cognitiva, che permette di

integrare i raggruppamenti individuati a *cluster* di informazione di livello superiore. Questi risultati hanno pertanto permesso di confermare e integrare tra loro i filoni teorici precedentemente esposti, fornendo in tal modo un modello unitario dell'integrazione dell'informazione visiva.

3.5.3 Meccanismi neuropsicologici coinvolti in compiti di natura visiva

Come illustrato nella prima parte del paragrafo, un'ulteriore area di ricerca sul movimento oculare nelle scienze cognitive prende in esame l'*eye-tracking* in compiti di elaborazione spaziale di singoli *target* o di immagini complesse.

Un esempio è il lavoro di Katherine Guérard e collaboratori (2009), mirato a indagare i meccanismi coinvolti nell'elaborazione spaziale dell'informazione. Gli autori hanno condotto un'analisi sistematica dei movimenti oculari in compiti di localizzazione spaziale di *target* presentati in modo sequenziale su uno schermo. Questa procedura ha permesso di individuare i processi di memoria implicati nell'elaborazione dell'informazione di stimoli spazialmente differenziati e temporalmente consecutivi, confermando il *path length effect* osservato precedentemente da Parmentier e collaboratori (2005), per cui al crescere della distanza spaziale tra due stimoli consecutivi (i) diminuisce la capacità di rievocare la relativa localizzazione e (ii) aumenta il carico cognitivo coinvolto nei processi di memoria implicati i compiti di localizzazione. Ulteriormente, gli autori hanno osservato il coinvolgimento della reiterazione verbale nei processi di memoria seriale dell'informazione spaziale, sebbene l'effetto della lunghezza del tragitto sembri coinvolgere altri meccanismi di codifica, come il tempo di fissazione e l'organizzazione percettiva (Parmentier et al 2005).

A partire dalla stessa prospettiva, Katherine Humphrey e collaboratori (2009) hanno indagato la relazione tra la sequenza dei movimenti oculari coinvolti durante l'esplorazione visiva di un'immagine precedentemente osservata e la codifica della stessa immagine in memoria a breve termine. L'obiettivo degli autori è stato quello di verificare se la modalità con cui si effettua la scansione visiva di una immagine nota resta costante, ossia senza variazioni a carico della sequenza, lungo sessioni temporalmente differenti. Questa ipotesi è stata confermata in special modo nei casi in cui il contenuto dell'immagine non appartiene al dominio di competenze del soggetto, risultato che evidenzia il ruolo della salienza dell'informazione nella modalità di esecuzione dello *scan-path* di immagini con contenuto di scene di vita reale. Pertanto, gli autori hanno messo in luce che la familiarità dell'immagine per il soggetto sembra influenzare la modalità e il livello di analisi visiva del contenuto (Humphrey & Underwood 2009).

Tutti gli studi sinora esposti sono basati su ipotesi centrate su una modalità di interazione isolata, quella visiva, e non prendono in considerazione il ruolo attivo delle componenti multimodali che spesso intercorrono in contesti d'interazione ecologici. Ad esempio, alcuni studi mostrano che l'introduzione di facilitatori acustici in compiti di ricerca visiva favorisce un incremento dell'efficienza della *performance* (p.e., Hashiba 1996).

A partire da queste evidenze, Mei Xiao e collaboratori (2007) hanno osservato l'influenza nell'elaborazione dell'informazione visiva di segnali semanticamente non connessi con il compito. Dall'analisi dell'integrazione percettiva di segnali audio-visivi, gli autori hanno osservato che stimoli uditivi continui presentati durante compiti di *eye-tracking* di *scene perception* producono movimenti oculari

più omogenei rispetto alla condizione in cui il segnale sonoro non è presentato o è presentato a intervalli di tempo. Questi risultati sono interpretati come indicativi di un processo d'integrazione tra segnali visivi continui e stimoli sonori, processo fondamentale per il verificarsi dell'esperienza consapevole, continua e unitaria, di una scena visiva.

In un lavoro successivo, William Harrison e collaboratori (2010) hanno indagato il modo in cui il movimento visivo e sonoro influenza la *performance* in compiti d'integrazione dell'informazione audio-visiva. Nello specifico, ai partecipanti è stato richiesto di enumerare ciascun evento audio-visivo in differenti condizioni: seduti all'interno di una stanza mobile, seduti all'interno di una stanza statica o, ultima condizione, in piedi e in movimento. I risultati mostrano che l'efficienza della *performance* d'integrazione multisensoriale diminuisce al verificarsi della condizione in cui sia il materiale visivo che il materiale acustico sono percepiti in movimento, dati interpretati dagli autori come indicativi di un'implicazione dei riflessi oculari nel processo di localizzazione di informazioni complesse.

3.5.4 L'*eye-tracking* d'individui in età dello sviluppo

In questa sezione saranno presentati alcuni studi che indagano le differenze individuali nei movimenti oculari. Nello specifico, sarà mostrato lo stato dell'arte delle criticità che emergono nell'applicazione dell'*eye-tracking* nell'infanzia e nell'adolescenza, lungo due tipologie di studi: i) analisi dei movimenti saccadici e ii) analisi della *scene perception* e del *visual tracking* di *target* in movimento.

Lo scopo principale di questa sezione è illustrare le peculiarità del comportamento oculare in compiti d'interazione che richiedono l'individuazione e l'elaborazione di *target* visivi. Sarà data quindi una particolare rilevanza alle tecniche d'indagine

prese in adozione dagli studi analizzati e alle eventuali problematiche attinenti alla misurazione nell'età dell'infanzia. Infine saranno elencate le opere relative all'indagine delle peculiarità e delle differenze funzionali del comportamento oculare nell'infanzia e nell'adolescenza.

3.5.4.1 *Analisi dei movimenti saccadici*

Le saccadi sono movimenti oculari rapidi e accurati che permettono il posizionamento di un *target* visivo nella fovea, una piccola regione al centro della retina connessa alla percezione dei dettagli e quindi maggiormente coinvolta nei processi attentivi.

Gli studi comparativi sulle caratteristiche dei movimenti saccadici nell'infanzia e nella prima adolescenza hanno rilevato differenze a carico dei picchi di velocità (Fioravanti 1995) e delle latenze (Aslin & Salapatek 1975). Queste peculiarità contraddistinguono i movimenti saccadici fino all'età dell'adolescenza e sono direttamente connesse al processo di sviluppo delle aree dei circuiti neurali coinvolti nei meccanismi alla base dei movimenti saccadici (Sharpe & Zackon 1987).

Sebbene la ricerca sulle saccadi in età dello sviluppo sia stata ampiamente sviluppata, il numero di lavori che indagano le componenti implicate nei processi di ricerca visiva per mezzo di nuove tecniche di *eye-tracking* è ridotto. A partire da queste considerazioni, Michael Salman e collaboratori (2006) hanno indagato per mezzo di un sistema di tracciamento oculare le variazioni dei movimenti saccadici orizzontali e verticali in compiti di individuazione di *target*.

Nello specifico, lo studio ha indagato l'accuratezza, la velocità dei picchi e delle latenze della performance di 39 soggetti di età compresa tra gli 8 e i 19 anni, ai

quali è stato richiesto di individuare attraverso l'occhio dominante 20 *target* presentati in diverse posizioni su uno schermo. I risultati ottenuti confermano i dati neurofisiologici. È emerso, infatti, che le latenze diminuiscono con l'aumentare dell'età, coerentemente con le fasi di sviluppo del cervelletto e del tronco encefalico ai quali sono connessi i circuiti neurali deputati all'accuratezza e alla velocità dei movimenti saccadici. Ulteriormente, non si evidenziano variazioni significative a carico della velocità dei picchi asintotici e del guadagno saccadico. Questo risultato è coerente con l'andamento dello sviluppo degli emisferi cerebrali coinvolti, che prosegue nell'adolescenza fino all'età adulta (Barkovich 2005).

3.5.4.2 *Scene perception e visual tracking con target in movimento*

Analogamente a quanto accade per gli studi di tracciamento su soggetti adulti, i metodi di *eye-tracking* sembrano aver avuto un riscontro positivo anche negli studi comportamentali nell'infanzia e nell'adolescenza. Il motivo di questa diffusione è individuabile nella facilità con cui i sistemi di tracciamento permettono di rilevare i movimenti oculari riducendo le interferenze causate dai movimenti del corpo e della testa grazie a tecnologie software e hardware robuste, accurate e non invasive.

Da un'analisi generale dello stato dell'arte in quest'area di ricerca è possibile evidenziare che la maggior parte degli studi di *scene detection* e *visual tracking* condotti negli ultimi anni utilizza sistemi basati sulle tecniche di riflesso corneale, descritte nel paragrafo 3.3.

Richard Aslin, uno dei pionieri degli studi sul tracciamento oculare nell'infanzia, ha presentato nel 2004 una tecnica di riflesso corneale per registrare la direzione e

il movimento dello sguardo attraverso un sistema che permette di monitorare i movimenti del capo per mezzo di una videocamera mobile (Aslin & McMurray 2004). Il sistema fornisce una gestione stabile del flusso dei dati anche in presenza di movimenti continui della testa e del corpo del soggetto. L'innovazione alla base di questa tecnologia consiste nell'utilizzo di un campo magnetico e di un sensore montato sulla testa del soggetto. Questo sistema permette il monitoraggio continuo della posizione della testa ed è connesso a una videocamera *motor-driven* che segue la posizione del soggetto all'interno del campo di rilevamento. Il sistema rileva, dunque, le informazioni della posizione del bambino, le comunica a circuiti che elaborano la relazione tra la posizione del sensore e la posizione dell'occhio e che a loro volta inviano queste informazioni alla videocamera in tempo reale.

Un esempio di applicazione di tecniche di riflesso corneale allo studio dei movimenti oculari nella prima infanzia è il lavoro condotto da Carolin Theuring e collaboratori (2007) che hanno utilizzato un *eye-tracker* remoto per indagare le modalità di elaborazione visiva in bambini di 12 mesi durante un compito di inseguimento visivo di un *target* in movimento. Nello studio sono stati presentati filmati che ritraevano una persona nell'atto di osservare selettivamente uno di due oggetti, seguiti da filmati in cui venivano mostrati gli stessi oggetti separatamente. Nello studio è stato evidenziato che la direzione dello sguardo della persona che compariva nel primo filmato influenzava la durata delle fissazioni dei bambini rispetto agli oggetti osservati nel secondo filmato. Studi simili sono stati condotti da differenti autori (Gredeback & von Hofsten 2004; Hunnius & Geuze 2004) nel tentativo di indagare le componenti percettive e cognitive sottostanti ai movimenti oculari in compiti di *visual scanning* di scene e di *visual tracking* di oggetti in

movimento. Inoltre, più recentemente Scott Johnson e collaboratori (Johnson et al 2009), hanno eseguito videoregistrazioni cinetiche di un gruppo di soggetti tra i 6 e i 12 mesi, ai quali sono stati mostrati oggetti rotanti su un piano verticale. I risultati ottenuti evidenziano che l'abilità di tracciamento di un oggetto nello spazio è già funzionale dai 6 mesi di età e coinvolge sia i movimenti degli occhi che i movimenti della testa, entrambi diretti lungo la stessa traiettoria.

Gli studi qui elencati mettono in luce che la metodologia dell'*eye-tracking*, oltre a essere un valido strumento per l'indagine dei processi di elaborazione dell'informazione negli adulti, sembra essere uno strumento efficace anche per l'indagine dei movimenti e della direzione dello sguardo nello studio dei processi percettivi e cognitivi di bambini al di sopra dei 6 mesi di età, dimostrando in tal modo l'ampia applicabilità delle misure oculomotorie in differenti età dello sviluppo.

3.6 L'*eye-tracking* nello studio dei processi impliciti

Per comprendere in che misura la metodologia del tracciamento oculare possa fornire un valido supporto allo studio dei processi impliciti è necessario prima individuare quali componenti del movimento oculare costituiscano misure indirette indicative dei processi cognitivi alla base dell'elaborazione dell'informazione visiva. Tra i modelli di riferimento per lo studio dei processi cognitivi impliciti per mezzo di misure comportamentali di *eye-tracking* sono rilevanti i modelli di elaborazione dell'informazione proposti negli anni in psicologia cognitiva (p.e., Velichkovsky 2002), formulati a partire dal *levels-of-processing framework* originariamente descritto nel 1972 da Fergus Craik e Robert Lockhart.

Secondo questi autori, l'elaborazione degli stimoli visivi si svilupperebbe lungo due livelli: (i) uno pre-attentivo o ambientale, in cui gli oggetti vengono inizialmente localizzati nel contesto, e (ii) un secondo livello, attentivo o focale, in cui viene quindi analizzata una selezione dell'informazione (Craik e Lockhart 1972). Alla base di una fissazione oculare sono quindi coinvolti processi di elaborazione sia impliciti, al di sotto della consapevolezza, che, allo stesso tempo, processi espliciti. Strettamente connessa al modello dei livelli di elaborazione di Craik e Lockhart è l'*eye-mind hypothesis*, secondo cui vi sarebbe una relazione diretta tra la lunghezza delle fissazioni oculari e la durata di un processo cognitivo alla base dell'elaborazione dell'informazione (Just & Carpenter 1980). Questa ipotesi è stata confermata in letteratura da numerosi studi che evidenziano che dall'analisi della combinazione tra i *pattern* e la durata delle fissazioni è possibile determinare informazioni relative ai processi automatici e/o controllati che sottostanno l'elaborazione dell'informazione visiva (Glöckner & Herbold, 2008).

Pertanto, lo studio dei processi cognitivi espliciti e impliciti è stato, negli anni, strettamente connesso alla diffusione di tecniche computazionali e di sistemi di rilevamento sempre più accurati. Le tecniche di *eye-tracking* – e in particolare la tecnica *feature-based* che fa uso di tecnologie di riflesso corneale IR – sono state largamente applicate anche allo studio dei processi cognitivi coinvolti in compiti di esplorazione dell'informazione di natura visiva sia in contesti controllati, p.e., in laboratorio, che in contesti di interazione più ecologici (vedi Mele & Federici 2012b).

Da queste premesse, differenti autori hanno indagato il ruolo di processi cognitivi e attributi psicologici impliciti (illustrati nel Capitolo 1) coinvolti nell'esplorazione dell'informazione visiva.

In uno studio recente, Wilhelm Friese e collaboratori hanno utilizzato le tecniche di tracciamento oculare per indagare la predittività dell'*attentional bias* verso gli alcolici rispetto alle differenze individuali e al processo attentivo automatico e non consapevole che induce il soggetto a focalizzare maggiormente l'attenzione verso lo stimolo connesso a un'eventuale dipendenza (Field & Cox 2008). Nel loro esperimento, gli autori hanno misurato i movimenti oculari di partecipanti *social drinkers*, ossia individui che consumano moderate quantità di alcolici in situazioni sociali, mentre venivano presentate loro immagini relative ad alcolici e *soft-drink*. In tal modo, sono stati individuati differenti indicatori di *attentional bias* come l'orientamento e la perseveranza del focus attentivo. Ulteriormente, sono state valutate le differenze individuali verso gli alcolici attraverso un *Single Category Implicit Association Test* (SC-IAT, vedi Capitolo 1) e le funzioni esecutive attraverso un *Working Memory Capacity task* (WMC, Conway et al 2005), strumento che permette di valutare il livello di efficienza della regolazione dell'attivazione/inibizione dell'azione da parte della memoria di lavoro. Gli autori hanno evidenziato che nei *social drinkers* il controllo esecutivo e le differenze individuali nelle strutture di memoria interagiscono dinamicamente e possono condurre al verificarsi del *bias* (Friese et al 2010).

L'*eye tracking* nello studio dell'*attentional bias* era già stato utilizzato in precedenza nel contesto della deprivazione da sostanze psicotrope (p.e., nicotina), tuttavia, le componenti del movimento oculare non erano mai state osservate in relazione alle proprietà del controllo esecutivo (Field & Cox 2008; Field et al 2009). Il principio alla base di questo fenomeno è connesso ad associazioni in memoria tra sostanze psicotrope e proprietà incentivo-motivazionali, per cui l'accrescimento dell'*attentional bias* conduce al bisogno della sostanza, il quale, a

sua volta, amplifica in modo circolare il *bias* stesso che ha contribuito a crearlo, accrescendo in tal modo la possibilità che si attivi l'azione tesa a soddisfare il bisogno (Franken 2003).

In linea più generale, questi risultati evidenziano che stati motivazionali, come desideri e preferenze, influenzano l'elaborazione di stimoli visivi. Ad esempio, Emily Balcetis e David Dunning hanno osservato l'influenza del ragionamento motivato nei processi percettivi in compiti d'interpretazione di figure ambigue o reversibili attraverso l'indagine di misure oggettive implicite di *eye-tracking* (Balcetis & Dunning 2006).

Gli autori hanno condotto cinque esperimenti in cui ai partecipanti era comunicato che sarebbero stati assegnati a uno di due compiti sperimentali. In seguito, ai soggetti era richiesto di posizionarsi davanti a un computer in attesa che sullo schermo apparisse l'assegnazione al uno dei due compiti. A questo punto dell'esperimento era però presentata ai partecipanti una figura ambigua o reversibile, che poteva essere interpretata in due modi: uno che avrebbe permesso l'assegnazione al compito preferito e l'altro che avrebbe assegnato loro il compito opposto. Attraverso questi esperimenti, monitorati attraverso l'uso di un *eye-tracker*, gli autori hanno dimostrato che i partecipanti tendevano a percepire gli stimoli visivi di natura ambigua o reversibile in linea con l'interpretazione da loro desiderata, corrispondente allo stato motivazionale del percipiente.

Andreas Glöckner e Ann-Katrin Herbold sono stati i primi a indagare la relazione tra i movimenti oculari e i meccanismi impliciti alla base della presa di decisione (Glöckner & Herbold 2008), a partire dalle teorie che ipotizzano un'influenza delle componenti intuitive nella formazione di processi di decisione (Thagard & Millgram 1995). In un esperimento condotto nel 2008, gli autori hanno presentato

ai partecipanti una serie di coppie di scommesse le cui informazioni sono state illustrate in matrici disposte lungo due metà dello schermo. Il processo di presa di decisione rispetto a una delle due scommesse è stato monitorato attraverso un sistema di *eye-tracking*. I risultati ottenuti dall'analisi dei movimenti oculari sono a favore di modelli di presa di decisione basati su componenti intuitive.

Dall'analisi dei movimenti oculari è emerso, infatti, che la maggior parte delle fissazioni oculari effettuate lungo le due metà dello schermo non coinvolgono processi di elaborazione consapevoli dal momento che queste sembrano avere una durata media al di sotto del tempo di elaborazione minimo necessario affinché il soggetto sia deliberatamente consapevole del processo di decisione, ossia inferiore ai 250 millisecondi.

Da una visione d'insieme gli studi qui presentati sono concordi nel considerare la risposta comportamentale di processi impliciti come indicativa di attributi mentali sottostanti, come ad esempio atteggiamenti o stereotipi. In questo modo, il risultato della misurazione delle componenti comportamentali coinvolte durante il processo di associazione tra stimolo e risposta sarebbe indicativo delle componenti associative implicite alla base, come già illustrato nel Capitolo 1.

3.7 Conclusioni

Questo capitolo offre una panoramica dello stato dell'arte relativo all'evoluzione e all'utilizzo delle tecnologie di *eye-tracking* nelle scienze cognitive, con una particolare attenzione per l'applicazione delle tecniche di tracciamento oculare allo studio dei processi cognitivi coinvolti nell'interazione individuo-interfaccia.

Lo scopo generale di questa revisione critica è introdurre le caratteristiche, i punti di forza e i punti di debolezza relativi alla metodologia utilizzata per lo studio sperimentale oggetto di questa dissertazione.

Nello specifico, sono state descritte quattro aree tematiche di indagine riguardanti (i) le caratteristiche del movimento oculare; (ii) il ruolo che il movimento oculare ricopre nei processi d'integrazione dell'informazione (iii) le differenze costitutive fondamentali che si evidenziano nell'applicazione dei sistemi di tracciamento allo studio dell'interazione con soggetti in età dell'adolescenza e dello sviluppo; (iv) lo studio dei processi cognitivi impliciti in compiti di esplorazione dell'informazione.

Da una visione d'insieme degli studi descritti per ciascuna delle quattro aree tematiche elencate emerge una linea di sviluppo metodologico comune, caratterizzata da metodi quantitativi sempre più avanzati, e allo stesso tempo economici, e da tecniche di tracciamento sempre più robuste e trasparenti, qualità che permettono alla ricerca applicata di progettare paradigmi sperimentali orientati a un contesto di indagine sempre più vicino al contesto quotidiano.

In quella che Duchowski definisce come la quarta era dell'*eye-tracking*, caratterizzata dalla semplificazione delle procedure a favore di un ambiente d'utilizzo sempre più *user-friendly* e sempre meno invasivo, i metodi di *gaze-tracking* basati sull'elaborazione del riflesso corneale ricoprono un ruolo fondamentale. Il *gaze-tracking*, infatti, si è rivelato un metodo particolarmente affidabile, specialmente in contesti di indagine in cui non è possibile ridurre le fonti di interferenza causate dai movimenti muscolari del corpo o della testa, come nel caso degli studi di *visual tracking* e *scene detection* condotti con soggetti in età dello sviluppo (infanzia e adolescenza).

Gli studi qui presentati hanno come oggetto l'analisi di differenti processi, espliciti e impliciti, per mezzo della combinazione di differenti metodi di misurazione diretta o indiretta (vedi Capitolo 1) e di tecniche di analisi

dell'esplorazione del target, ossia l'*eye-tracking*. Tuttavia, in nessuno degli studi in rassegna è presentata un'analisi sistematica delle componenti del movimento oculare in relazione alle associazioni implicite alla base del comportamento esplorativo di informazione di natura sociale.

A partire da queste premesse, nel capitolo a seguire sarà illustrata un'indagine sperimentale che nasce dallo scopo di indagare le potenzialità predittive dei sistemi di *eye-tracking* per la misurazione e l'analisi delle associazioni implicite nel contesto della *social cognition*, con una particolare attenzione per lo studio degli atteggiamenti impliciti.

4 La relazione tra i movimenti oculari e gli atteggiamenti impliciti: indagine sperimentale

4.1 Introduzione

Lo studio sperimentale descritto nel seguente capitolo nasce con la finalità d'indagare la relazione tra i movimenti oculari e i processi cognitivi impliciti coinvolti nell'elaborazione dell'informazione sociale. La ricerca assume la prospettiva dell'*embodied cognition*, ipotizza cioè un'interdipendenza tra i meccanismi oculo-senso-motori, indagati per mezzo di misure quantitative di *eye-tracking*, e la cognizione sociale implicita, valutata attraverso il test delle associazioni implicite IAT.

A partire da una descrizione degli obiettivi e delle ipotesi su cui è fondata l'indagine, il capitolo illustra due esperimenti tra loro consequenziali.

Il primo esperimento consiste in uno studio pilota che esamina l'applicabilità della metodologia di *eye-tracking* all'analisi degli atteggiamenti impliciti, con lo scopo di esaminare il potenziale predittivo delle misure comportamentali oculo-senso-motorie rispetto alle misure implicite.

Il secondo esperimento, invece, ha l'obiettivo d'indagare la relazione tra i movimenti oculari e gli atteggiamenti impliciti attraverso una revisione del disegno sperimentale adottato nello studio pilota, in linea con le problematiche metodologiche emerse.

4.2 Obiettivo e ipotesi

Il lavoro sperimentale esposto in questo capitolo consiste in un'indagine cognitiva e comportamentale della relazione tra i movimenti oculari e le misure implicite alla base degli atteggiamenti, definiti da Greenwald e Banaji come fenomeni che si manifestano attraverso “*actions or judgements that are under the control of automatically activated evaluation, without the performer's awareness of that causation*” (Greenwald et al 1998, p. 1464) (vedi Capitolo 1).

La cornice teorica in cui s'inserisce questo lavoro è il paradigma dell'*embodied cognition*, secondo cui la cognizione umana sarebbe il risultato dell'elaborazione di processi senso-motori coinvolti nell'interazione con l'ambiente. Numerosi studi, infatti, hanno messo in evidenza che l'elaborazione dell'informazione, inclusa l'informazione di natura sociale (Niedenthal 2005), avviene attraverso meccanismi di *embodiment* di tipo *bottom-up*, in cui le esperienze corporee influenzano i processi cognitivi di alto livello (Barsalou 1999), e meccanismi di tipo *top-down*, in cui la cognizione influisce direttamente sui processi senso-motori (Casasanto 2009; Barsalou 1999).

L'obiettivo principale del nostro studio è verificare la natura *embodied top-down* dei processi cognitivi sociali coinvolti nell'elaborazione dell'informazione, ossia i meccanismi oculo-senso-motori che sono alla base dell'esplorazione visiva dell'informazione di natura sociale, in linea con un numero crescente di studi che mette in luce l'influenza della cognizione sociale su variabili corporee come posture o movimenti (vedi Capitolo 2).

L'ipotesi alla base è che a differenti atteggiamenti impliciti verso una categoria sociale corrispondano differenti modalità di esplorazione visiva durante

l'elaborazione di stimoli la cui valenza è in grado di elicitare il *bias* cognitivo alla base dell'atteggiamento.

Come risultato generale, è attesa una relazione positiva tra la forza della valutazione automatica, che rappresenta una misura indiretta di atteggiamento implicito, e le misure comportamentali che descrivono il movimento oculare nell'esplorazione degli stimoli di natura sociale rilevanti per l'atteggiamento, ossia del numero e della durata delle fissazioni.

4.3 Esperimento 1: studio pilota

Il primo esperimento è uno studio preliminare volto a indagare l'applicabilità dell'*eye-tracking* all'analisi delle associazioni implicite, in modo da comprendere in che misura le risposte oculo-senso-motorie forniscano informazioni che possano essere considerate predittive di misure implicite, ossia misure prodotte automaticamente in connessione causale ad attributi psicologici sottostanti (De Houwer and Moors, 2010).

A partire da questo obiettivo, è stata indagata la relazione tra le misure implicite ottenute attraverso lo IAT – test che, come illustrato nel capitolo 1, permette la valutazione della forza delle associazioni implicite – e le principali componenti comportamentali del movimento oculare osservate durante lo svolgimento dello IAT per mezzo dell'*eye-tracking*.

4.3.1 Disegno sperimentale

È stato seguito un disegno sperimentale *within subjects* composto da due condizioni: (i) di controllo e (ii) sperimentale.

- i. Nella condizione di controllo, i movimenti oculari, valutati in base alla latenza e al numero di fissazioni oculari (variabili dipendenti), sono stati osservati in relazione alla manipolazione della posizione sullo schermo (sinistra, destra) di due categorie etniche (“Africano”, “Europeo”) o di due attributi qualitativi (“Buono”, “Cattivo”) (variabile indipendente).
- ii. Nella condizione sperimentale, i movimenti oculari (latenza e numero di fissazioni oculari, variabili dipendenti) sono stati osservati in relazione alla manipolazione della posizione sullo schermo (sinistra, destra) della combinazione 2x2 tra due categorie etniche (“Africano”, “Europeo”) e due attributi qualitativi (“Buono”, “Cattivo”) (variabile indipendente).

4.3.2 Metodo

4.3.2.1 Soggetti

All’esperimento hanno preso parte 30 soggetti di etnia caucasica (15 maschi e 15 femmine; età media 34 anni (min. 26, mass. 41), 80% destrimani), selezionati sulla base di una preliminare valutazione dell’acuità visiva. Tutti i partecipanti hanno presentato un’acuità visiva del 100%, di cui il 33% con la correzione di lenti a contatto (Tabella 4.1).

Genere	Età media	Lateralità	Acuità visiva	Lenti a contatto
50% F	30.5 anni min. 29 // max. 35	73% Destra	10/10°	40%
50% M	34 anni min. 26 // max 41	80% Destra	10/10°	27%

Tabella 4.1 Informazioni preliminari sui soggetti.

4.3.2.2 Apparati e materiali

Le sessioni sperimentali sono state condotte in una stanza silenziosa e sufficientemente illuminata con l’ausilio di un sistema di *eye-tracking* per il monitoraggio dei movimenti oculari e di un computer portatile per la

somministrazione dello IAT. Nello specifico, è stata adoperata la seguente strumentazione:

- 1 computer portatile *HP Pavilion dv5-1210el* Intel Pentium Dual-Core;
- 1 webcam *head-mounted* modificata per rilevare i raggi infrarossi;
- 4 luci LED a infrarosso;
- 1 computer portatile *Apple MacBook* Intel Core 2 Duo.

Le procedure di tracciamento oculare sono state eseguite con il software *ITU Gaze Tracker*, un sistema sviluppato dal *Gaze Group* dell'IT University di Copenhagen basato sul rilevamento video tramite webcam o videocamera¹. Il sistema si avvale di una tecnica basata sull'interpolazione (individuazione di punti del piano cartesiano a partire da un insieme di punti noti) che rileva le caratteristiche dell'occhio a partire dal monitoraggio del *Point of Regard* individuato attraverso la videocamera (per una spiegazione delle tecniche di *eye-tracking* si rimanda al Paragrafo 3.3).

Recentemente Alstrup Johansen e colleghi hanno valutato l'accuratezza dell'*ITU Gaze Tracker*. Il sistema di tracciamento oculare è in grado di tracciare i movimenti oculari con un margine di errore medio di 59 pixel (Johansen et al 2011), accuratezza sufficiente per gli scopi di questo lavoro.

La registrazione dei movimenti oculari è stata gestita tramite il software *OGAMA*² (*OpenGazeAndMouseAnalyzer*), che permette di identificare e analizzare le diverse componenti del movimento oculare su interfacce statiche.

¹ <http://www.gazegroup.org/downloads/23-gazetracker>

² <http://www.ogama.net>

A tutti i soggetti è stato somministrato uno IAT, messo a disposizione *online* dal *Project Implicit* dell'Università di Harvard³, volto a indagare il *bias* etnico implicito verso persone di etnia caucasica o africana (le caratteristiche e la struttura dello IAT sono spiegate nel paragrafo 1.5). Al fine di registrare i movimenti oculari che si verificano durante l'esecuzione del test è stato somministrato lo stesso materiale dello IAT riprodotto attraverso lo *slideshow design module* messo a disposizione dal software *OGAMA*.

La presentazione è stata raggruppata in tre tipologie di blocchi: *control blocks*, corrispondenti alla condizione di controllo, e blocchi *initial combined* e *reversed combined*, corrispondenti alla condizione sperimentale. Nei *control blocks* due categorie etniche (“Africano”, “Europeo”) e due attributi qualitativi (“Buono”, “Cattivo”) sono stati presentati alternativamente nel quadrante in alto a destra o a sinistra dello schermo (Figura 4.1). Nei blocchi *initial combined* la combinazione “Europeo/Buono” è stata presentata nel quadrante in alto a sinistra dello schermo, mentre la combinazione “Africano/Cattivo” è stata presentata nel quadrante in alto a destra dello schermo; al contrario, nel blocco *reversed combined* la combinazione “Africano/Buono” è stata presentata nel quadrante superiore sinistro dello schermo e quella “Europeo/Cattivo” nel quadrante superiore destro (Figura 4.2). Ciascun blocco era composto da 19 slides.

³ Disponibile online alla URL <https://implicit.harvard.edu>

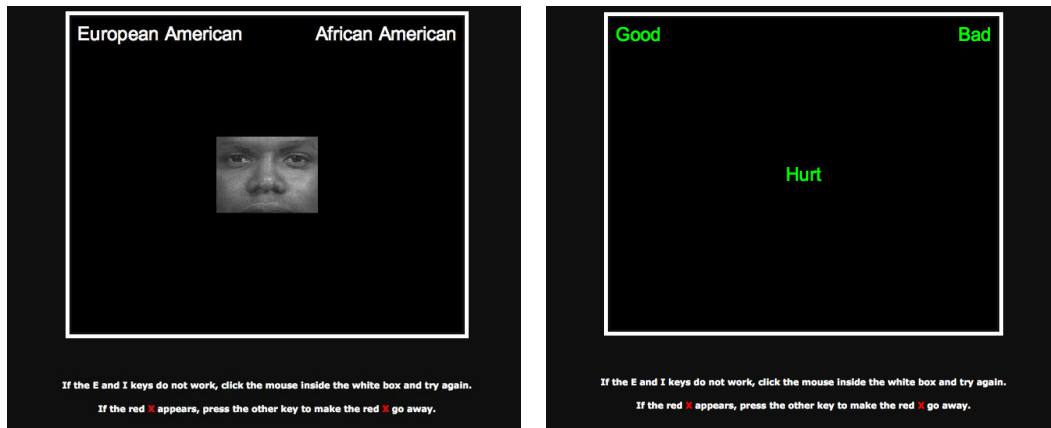


Figura 4.1 Slide-esempio del *control block* della condizione di controllo.

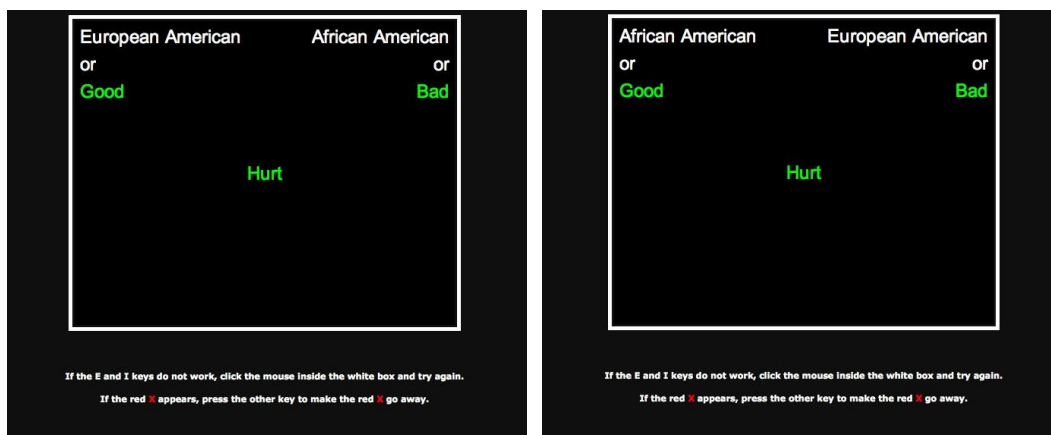


Figura 4.2 Condizione sperimentale: sulla sinistra una slide-esempio per i blocchi sperimentali *initial combined*; sulla destra una slide-esempio per i blocchi *reversed combined*.

4.3.2.3 Fasi e procedure

La selezione di ogni partecipante è avvenuta previa valutazione dell'acuità visiva e dell'occhio dominante, dato necessario per un corretto *set-up* dell'*eye-tracker* monoculare. Ai soggetti è stata quindi somministrata una versione *online* dello IAT "Europeo-Africano", attraverso la quale è stato individuato, per ogni soggetto, il relativo livello di atteggiamento implicito nei confronti di una delle due categorie etniche indagate.

Successivamente, i soggetti sono stati invitati a svolgere un compito di velocità dell'associazione tramite tasto di scelta su *keyboard* tra uno stimolo presentato al

centro dello schermo (una parola o l'immagine di un volto) e uno stimolo (un concetto o un attributo) mostrato su uno dei due quadranti superiori dello schermo (destra o sinistra). La posizione dello sguardo dei partecipanti sullo schermo è stata rilevata e registrata per tutta la durata della prova attraverso l'*ITU Gaze Tracker*. Inoltre, la *performance* dei partecipanti è stata interamente registrata usando la funzione *screen-recorder* del software *Apple QuickTime*⁴.

I dati di *eye-tracking* sono stati raccolti e analizzati tramite il software *OGAMA*. Per l'analisi statistica dei dati è stato utilizzato il software *StatSoft STATISTICA 8.0*⁵.

4.3.3 Risultati

Per mezzo del modulo *analisi dei dati* del software *OGAMA* è stato calcolato il numero delle fissazioni oculari, la relativa posizione in una delle due aree di interesse (*Areas Of Interest, AOIs*), corrispondenti al quadrante superiore destro e sinistro, e la durata di ogni fissazione per ciascun partecipante.

I punteggi relativi alla preferenza automatica ottenuti allo IAT da ciascun soggetto sono stati raggruppati in relazione al livello di preferenza automatica per una categoria etnica rispetto a quella contrapposta. Dai risultati è emerso che l'86% dei partecipanti ha mostrato una preferenza automatica per le persone di etnia caucasica (33% una forte preferenza automatica per le persone bianche rispetto alle persone nere; 33% una preferenza automatica moderata per i bianchi rispetto ai neri; 20% una leggera preferenza automatica per i bianchi rispetto ai neri), mentre il restante 14% oscilla tra una leggera preferenza per l'etnia africana

⁴ <http://www.apple.com/it/quicktime/download>

⁵ <http://www.statsoft.com/>

e un valore neutro corrispondente all'assenza di preferenza automatica per una delle due categoria etniche analizzate.

Sui dati ottenuti da 30 soggetti è stata effettuata un'analisi di regressione multipla per la predizione della preferenza automatica verso una categoria etnica in base al numero e alla durata delle fissazioni. Eccetto un valore altamente significativo dell'intercetta ($R^2=.029$, $F(2,7)=.45$, $p<.00$), nessun predittore è risultato statisticamente significativo da spiegare singolarmente l'effetto sulla preferenza dell'associazione attributo-categoria (vedi Tabella 4.2).

<i>N=30</i>	Beta	Std.Err. of beta	B	Std.Err. of B	t(27)	p-level
Intercept			0,853036	0,105354	8,096863	0,000000
TOT N Fix	0,118319	0,305167	0,055666	0,143574	0,387720	0,701263
TOT T Fix	0,063704	0,305167	0,027601	0,132221	0,208752	0,836209

Tabella 4.2 Analisi di regressione multipla. Variabile dipendente: *IAT Score*, multiple $R=.17283433$; $F=.4156853$; $R^2=.02987171$; adjusted $R^2=-.04198965$; $p=.664039$; N Fix beta=,118; T Fix beta=,064.

Le differenze delle *performance* tra i blocchi *initial combined* e i blocchi *reversed combined* sono state indagate attraverso l'analisi della varianza a una via (*One Way ANOVA*). I risultati relativi al numero delle fissazioni non hanno mostrato differenze significative tra i due blocchi ($F(1, 15)= 1.10532$ $p>.05$). Ugualmente, non sono emerse differenze significative sui tempi di fissazione tra i blocchi sperimentali *initial combined* e *reversed combined* ($F(12, 13)=.33910$, $p>.05$).

Nei blocchi *initial combined*, il numero di fissazioni effettuate sulle AOIs sembra essere significativamente più alto nelle AOIs a destra (in cui per l'86% dei soggetti si verifica l'associazione implicita tra categoria e attributo) rispetto alle AOIs a sinistra ($F(9,20)=14.341$, $p=.00000$) (Figura 4.3). Nei blocchi sperimentali

reversed combined non sono state trovate differenze significative nel numero di fissazioni tra le AOI a destra e le AOI a sinistra ($F(8,21)=.23773, p>0.05$) (Figura 4.3).

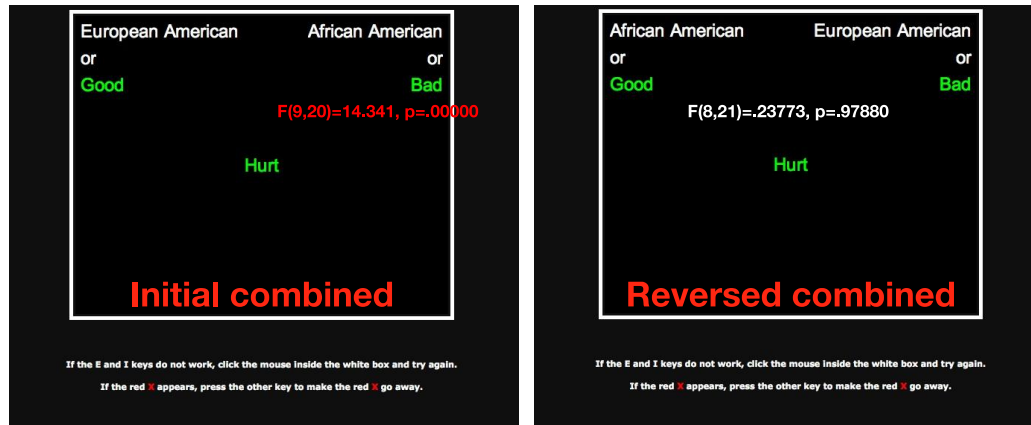


Figura 4.3 Risultati ANOVA per numero di fissazioni per AOI (destra e sinistra) nei blocchi *initial combined* e *reversed combined*.

Inoltre, la durata delle fissazioni nei blocchi *reversed combined* è risultata significativamente più alta nelle aree in cui l'associazione implicita è attesa ma non si verifica, ossia le AOI a sinistra ($F(12, 17)=3.3827, p=.01107$) (Figura 4.4).

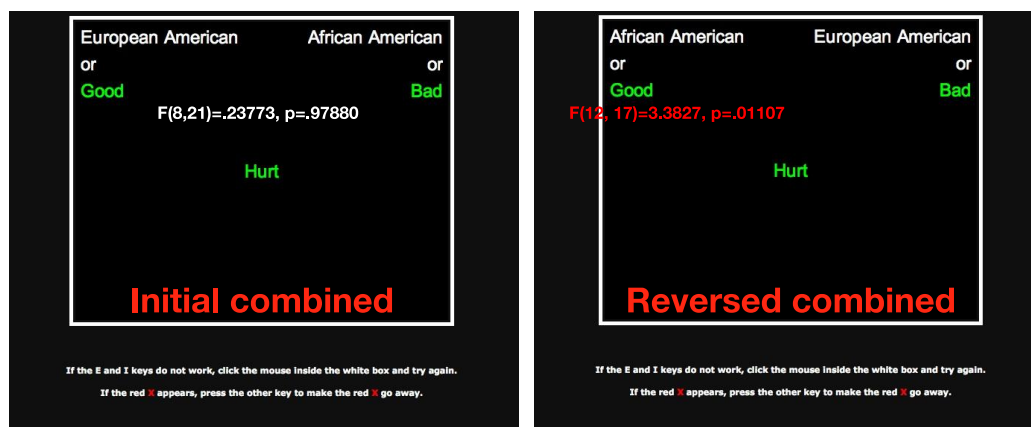


Figura 4.4 Risultati ANOVA di durata delle fissazioni per AOI in entrambi i blocchi iniziale e inverso.

4.3.4 Discussioni

Questo studio pilota nasce dall'obiettivo di valutare se le attuali tecniche di tracciamento oculare possano essere considerate un valido strumento per l'analisi

dei meccanismi oculo-senso-motori alla base dei processi sociali impliciti coinvolti nell'esplorazione delle informazioni visive. Lo scopo è quello di indagare se i movimenti oculari possano essere considerati variabili predittive di misure implicite, in linea con le teorie dell'*embodiment* che sostengono l'interdipendenza tra cognizione e i meccanismi senso-motori.

I risultati sembrano confermare la nostra ipotesi, che prevede una relazione tra la preferenza automatica verso una data categoria sociale (valutata attraverso lo IAT) e il numero e i tempi delle fissazioni oculari effettuati durante l'indagine visiva d'informazioni connesse all'oggetto dell'atteggiamento. I dati ottenuti, infatti, suggeriscono che queste due variabili comportamentali, prese complessivamente, mostrano una tendenza predittiva dell'atteggiamento implicito. Tuttavia, se considerati singolarmente, nessuno dei due predittori è risultato statisticamente significativo da poter costituire un modello esplicativo della variabilità dell'atteggiamento implicito.

Da un'indagine preliminare è stata verificata l'eventuale presenza di differenze significative rispetto al numero e alla durata delle fissazioni tra i due blocchi sperimentali *initial combined* e *reversed combined*. Questo risultato è stato interpretato come segno di omogeneità dell'effetto – la combinazione tra concetto e attributo – escludendo in tal modo un'eventuale influenza sulla *performance* della posizione in cui la combinazione è stata mostrata (destra o sinistra).

Da una visione di insieme, i risultati ottenuti dal confronto delle fissazioni oculari rispetto alla posizione del target suggeriscono una tendenza da parte dei partecipanti a orientare selettivamente lo sguardo in direzione dell'associazione categoria-attributo corrispondente all'atteggiamento implicito del partecipante nei confronti della categoria. Questo si manifesta attraverso un incremento del

numero delle fissazioni oculari a carico delle AOIs in cui si verifica l'associazione implicita (p.e., "Africano-Cattivo") e un incremento della durata delle fissazioni nelle AOI in cui l'associazione implicita è attesa dal soggetto ma non si verifica (p.e., "Africano-Buono").

Pertanto, i risultati evidenziano che i soggetti orientano lo sguardo – selettivamente e in modo automatico – verso quelle informazioni che confermano le credenze alla base dell'atteggiamento implicito. Inoltre, qualora la conferma non si verifichi, si evidenzia un incremento della durata delle fissazioni in corrispondenza dell'area in cui essa è attesa, dato, questo, che può essere interpretato come indicatore di carico cognitivo rispetto alle risorse richieste per l'elaborazione dell'informazione.

Questo studio pilota, tuttavia, ha sollevato alcune questioni metodologiche connesse alla dimensione del campione e agli effetti della lateralizzazione nei processi di esplorazione del target.

Infatti, sebbene i risultati abbiano mostrato una propensione dei partecipanti a orientare lo sguardo verso quelle associazioni concetto-attributo che confermano una preferenza automatica per l'etnia caucasica, a causa delle piccole dimensioni del campione, questi possono essere esclusivamente considerati come dati indicativi di una tendenza dell'effetto verso il fenomeno osservato. Per questo motivo è risultato necessario un ulteriore approfondimento su una popolazione più ampia.

Ulteriormente, nella condizioni sperimentale di questo studio pilota gli attributi qualitativi assumono una posizione costante ("Buono" nelle AOIs a sinistra; "Cattivo" nelle AOIs a destra) sia nei blocchi sperimentali *initial combined* che

nei blocchi *reversed combined*, mentre la categoria (“Europeo”, “Africano”) ha il ruolo di *switching target* (ossia il target che assume due differenti posizioni, destra e sinistra, nei diversi blocchi che compongono la prova), in linea con la struttura standard dello IAT. Questo disegno metodologico, tuttavia, non esclude sistematicamente l’eventuale influenza della lateralizzazione sulle strategie utilizzate dai partecipanti per esplorare visivamente le AOIs nella condizione sperimentale.

A partire da queste considerazioni, è stato condotto un secondo esperimento il cui disegno sperimentale ha permesso di indagare sistematicamente l’influenza della lateralizzazione nell’esplorazione visiva da parte di un campione rappresentativo di partecipanti.

4.4 Esperimento 2

Come illustrato nel paragrafo precedente, lo studio pilota ha consentito di individuare i punti di forza e i punti di debolezza del disegno sperimentale originariamente proposto per la presente indagine.

A partire dai risultati emersi, nell’esperimento 2 è stata adottata una revisione del disegno sperimentale attraverso l’introduzione di due condizioni sperimentali necessarie per indagare l’influenza della lateralizzazione nell’esplorazione dei *target* visivi.

4.4.1 Disegno sperimentale

È stato utilizzato un disegno sperimentale *between subjects* a due condizioni.

L’esperimento è composto da (i) una condizione di controllo e (ii) due condizioni sperimentali, presentate ai soggetti secondo un processo di assegnazione casuale.

- i. Nella condizione di controllo i movimenti oculari, misurati in tempo e numero di fissazioni (variabili dipendenti), sono stati osservati in relazione alla manipolazione della posizione sullo schermo (sinistra, destra) di due categorie etniche (“Nero”, “Bianco”) o di due attributi qualitativi (“Buono”, “Cattivo”) (variabile indipendente).
- ii. Nelle condizioni sperimentali, chiamate “C1” e “C2”, i movimenti oculari, misurati in termini di latenza e numero di fissazioni (variabili dipendenti), sono stati osservati in relazione alla manipolazione della posizione sullo schermo (sinistra, destra) della combinazione di due categorie etniche (“Nero”, “Bianco”) con due attributi qualitativi (“Buono”, “Cattivo”) (variabile indipendente):
- Nella condizione sperimentale C1 ogni categoria etnica (“Nero”, “Bianco”) è stata combinata a due attributi qualitativi (“Buono” sulle AOIs a sinistra, “Cattivo” sulle AOIs a destra). In questa condizione il carattere di *switching target* è stato assegnato alla categoria etnica (Figura 4.5);
 - Nella condizione sperimentale C2 ogni attributo qualitativo (“Buono”, “Cattivo”) è stato combinato come *switching target* a due categorie etniche (“Nero” sulle AOI a sinistra, “Bianco” sulle AOI a destra) (Figura 4.6).



Figura 4.5 Condizione sperimentale C1. Nel riquadro a sinistra una slide-esempio dei blocchi *initial combined*; a destra una slide-esempio dei blocchi *reversed combined*.



Figura 4.6 Condizione sperimentale C2. Nel riquadro sinistra una slide-esempio dei blocchi *initial combined*; sulla destra una slide-esempio dei blocchi *reversed combined*.

4.4.2 Metodo

4.4.2.1 Soggetti

In questo esperimento sono stati coinvolti quarantotto soggetti di etnia caucasica (19 maschi e 29 femmine, età media 23.5 anni (min. 19 // max. 49), l'85.4% destrimani, il 75% con occhio destro dominante), i quali sono stati sottoposti a una valutazione preliminare dell'acuità visiva. Tra i 58 candidati sono stati selezionati esclusivamente i soggetti con un'acuità visiva del 100%, di cui circa il 20% facevano uso di lenti a contatto (Tabella 4.3).

Genere	Età media	Mano dominante	Lenti a contatto	Occhio dominante
39,5% M	23,24 min 19 // max 29	89,5% destra	21 %	73,7% destro
60,5% F	23,49 min 19 // max 46	82,7% destra	20,6 %	75,8% destro

Tabella 4.3 Informazioni preliminari del campione.

4.4.2.2 Apparati e strumentazione

Le sessioni di test sono state condotte all'interno di un laboratorio silenzioso e sufficientemente illuminato con l'utilizzo di un sistema di *eye-tracking* remoto e di un computer portatile. Nello specifico, abbiamo adottato la seguente strumentazione:

- 1 PC portatile *ACER ASPIRE* Pentium(R) Dual-Core;
- 1 webcam a infrarossi *Genius iSlim 312r*;
- 1 monitor esterno LCD con risoluzione 1024 × 768

La procedura di tracciamento oculare è stata eseguita tramite il software *ITU Gaze Tracker* e la registrazione è stata gestita tramite il software *OGAMA*, le cui caratteristiche sono descritte nel paragrafo precedente. Lo sviluppo di uno IAT è stato effettuato attraverso il software *Inquisit 3*, messo a disposizione da *Milliseconds software*⁶.

4.4.2.3 Fasi e procedure

Uno IAT “Bianco-Nero”, somministrato tramite la *web edition* del software *Inquisit*, ha permesso di ottenere per ogni soggetto il punteggio relativo alla forza dell’atteggiamento implicito nei confronti di una categoria etnica (caucasico o africano).

Il materiale del test è stato in seguito presentato ai soggetti per mezzo dello *slideshow design module* del software *OGAMA*, che ha permesso di monitorare e registrare i movimenti oculari effettuati dai partecipanti durante l’esplorazione visiva degli stimoli divisi in tre blocchi, ciascuno dei quali composto da 20 *slides*: *control blocks*, corrispondenti alla condizione di controllo, e i blocchi *initial combined* e *reversed combined*, corrispondenti alla condizione sperimentale. Ai soggetti è stata assegnata una delle due condizioni sperimentali *C1* (Figura 4.5) o *C2* (Figura 4.6) attraverso un processo di assegnazione casuale.

Come per l’esperimento pilota, i partecipanti sono stati invitati a svolgere un compito di associazione tra uno stimolo presentato al centro dello schermo e un

⁶ <http://www.millisecond.com/download/samples/v3/IAT/>

concetto o un attributo illustrato su uno di due quadranti superiori dello schermo (destro o sinistro). I dati di *eye-tracking* sono stati raccolti tramite il software *OGAMA* e analizzati statisticamente attraverso il software *StatSoft STATISTICA 8.0*, mentre i punteggi dello IAT sono stati calcolati per mezzo del software di analisi statistica *IBM SPSS Statistics 20*.

4.4.3 Risultati

Per ogni partecipante è stato calcolato il punteggio dello IAT “Bianco-Nero” (*D.biep score*), inoltre, sono stati individuati il numero e la durata delle fissazioni oculari e la loro posizione rispetto alle AOIs (destra e sinistra).

4.4.3.1 Analisi dei punteggi di associazione implicita

I risultati ottenuti al test di associazione implicita evidenziano che la media dei soggetti ha ottenuto un punteggio *D.biep* corrispondente a una *leggera preferenza automatica per i bianchi rispetto ai neri* (media *D.biep*=0.6522). Lo stesso risultato si verifica per entrambe le condizioni sperimentali (media *D.biep* *C1*=0,63392; deviazione standard *D.biep* *C1*: 0.44824; media *D.biep* *C2*=0,63392=0.66877; deviazione standard *D.biep* *C2*=0.30410).

Dal Fisher test *p* (ANOVA) condotto sui punteggi *D.biep* non è emersa alcuna differenza significativa tra i soggetti assegnati alle due condizioni sperimentali ($F(1, 45)=.09456, p>0.5$). I risultati dello IAT sono stati raggruppati su una scala Likert a sette punti, che corrispondono al grado di preferenza automatica per una categoria etnica rispetto a quella contrapposta. Dai dati emerge che il 66,7% dei soggetti mostra una preferenza automatica per l'etnia caucasica rispetto all'etnia africana (6.72% *preferenza automatica moderata per i bianchi rispetto ai neri*;

60.42% leggera preferenza automatica per i bianchi rispetto ai neri), mentre il 33.4% non mostra preferenze automatiche.

4.4.3.2 Indagine dei movimenti oculari

(a) *Analisi della differenza tra condizione di controllo e condizioni sperimentali.* Per indagare l'effetto del trattamento – ossia la manipolazione della combinazione concetto-attributo – nelle condizioni sperimentali rispetto alla condizione di controllo è stata effettuata l'analisi della varianza del numero e della durata delle fissazioni attraverso il Fisher test p (ANOVA). Le medie e le deviazioni standard delle due variabili sono mostrate nelle tabelle 4.4 e 4.5.

- i. *Condizione di controllo versus condizione sperimentale C1.* I risultati ottenuti sul numero delle fissazioni oculari mostrano una differenza significativa tra i blocchi sperimentali e i blocchi di controllo ($F(2, 63)=3.7985, p=.02770$). Allo stesso modo, si osserva una differenza significativa in corrispondenza della durata delle fissazioni oculari ($F(2, 63)=3.6577, p=.03141$).

ii.		Blocchi di controllo	Blocchi <i>initial combined</i>	Blocchi <i>reversed combined</i>
Numero di fissazioni	<i>Media</i>	4.28	31.6	10.88
	<i>D.S.</i>	5.0043	135.3364	20.6161
Durata delle fissazioni	<i>Media</i>	736.24	4820.68	4611.4
	<i>D.S.</i>	982.8875	7754.6113	7882.5820

Tabella 4.4 Condizione di controllo *C1*: medie e deviazione standard della durata e del numero delle fissazioni oculari.

- iii. *Condizione di controllo versus condizione sperimentale C2.* Come per la condizione *C1*, i risultati dell'ANOVA ottenuti per il numero delle fissazioni della condizione *C2* mostrano una differenza significativa tra i blocchi di controllo e i blocchi sperimentali ($F(2, 72)=8.9718, p=.00033$). Allo stesso modo, si evidenziano differenze significative anche per la durata delle fissazioni oculari ($F(2, 72)=3.2198, p=.04578$).

iv.		Blocchi di controllo	Blocchi <i>initial combined</i>	Blocchi <i>reversed combined</i>
Numero delle fissazioni	Media	4.8636	19.4545	11.9090
	D.S.	5.9545	24.8916	4288.0909
Durata delle fissazioni	Media	777.9090	4065.3181	16.4343
	D.S.	978.5019	4332.2708	7069.4893

Tabella 4.5 Condizione di controllo C2: deviazione standard e media della durata e del numero di fissazioni.

(b) *Analisi della relazione tra la forza dell'associazione implicita e il numero e la durata delle fissazioni oculari.* È stata effettuata un'analisi della regressione lineare multipla con l'obiettivo di predire la forza dell'atteggiamento implicito verso una categoria etnica (misurata attraverso il *D.biep* score) in base al numero e alla durata delle fissazioni. I risultati mostrano che tutti i predittori sono risultati statisticamente significativi (Tabella 4.6) e hanno ottenuto una correlazione significativa con i *D.biep scores* ($p < .01$) (beta N Fix=.802; beta T Fix =-.78).

N=47	Beta	Std.Err. of beta	B	Std.Err. of B	t(44)	p-level
Intercept			0.610418	0.073823	8.26864	0.000000
TOT N Fix	0.801727	0.353066	0.007559	0.003329	2.27076	0.028109
TOT T Fix	-0.778011	0.353066	-0.000027	0.000012	-2.20359	0.032833

Tabella 4.6 Riepilogo di regressione per la variabile dipendente: *D.Biep*(N Fix, T Fix)* R= .32659957 R²= .10666728 Adjusted R²= .06606125 F(2,44)=2.6269 p<.08362 Std.Error of estimate: .37098.

(c) *Analisi dell'influenza della posizione del target sui movimenti oculari.* È stata condotta un'analisi della varianza multivariata (MANOVA) per determinare se le variabili di risposta siano influenzate dalla posizione del target sullo schermo. I risultati mostrano un effetto significativo della posizione sul numero di fissazioni (Wilks lambda=.75609, F(4, 39)=3.1453, p=.02468) (Figura 4.7). Inoltre, non è stato rilevato alcun effetto significativo a carico della variabile

“posizione” sulla durata delle fissazioni (Wilks lambda=.80099, $F(4, 39)=2.4224$, $p>0.5$).

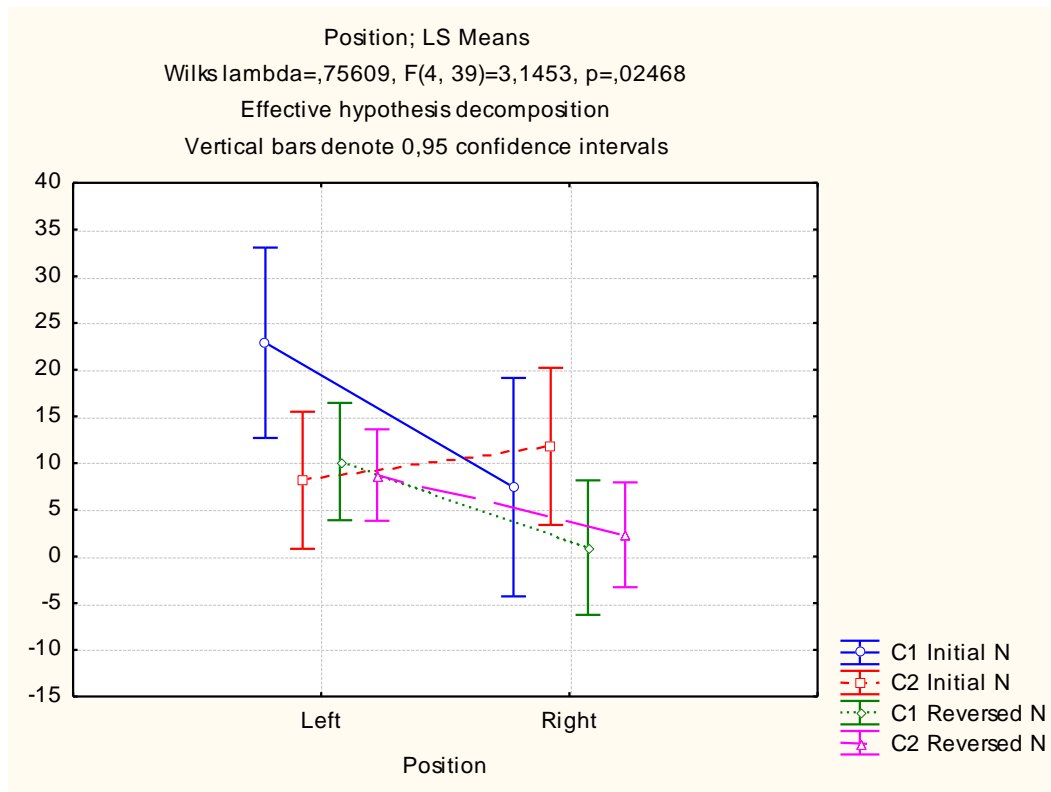


Figura 4.7 Analisi della varianza multivariata (MANOVA). Variabile dipendente: posizione del target sullo schermo; variabili indipendenti: numero di fissazioni e durata delle fissazioni di ciascuna condizione sperimentale.

(d) Analisi dell'influenza della posizione del target sui movimenti oculari per ciascuna condizione sperimentale. Per meglio comprendere se le variabili di risposta per ogni condizione sperimentale siano state influenzate dalla posizione del target sullo schermo, abbiamo condotto un'analisi della varianza univariata (ANOVA) per il numero e per la durata delle fissazioni effettuate in ogni blocco sperimentale. I risultati ottenuti per ogni condizione sperimentale hanno confermato l'influenza della posizione del target a sinistra sul numero delle fissazioni: condizione sperimentale *C1*, posizione per numero di fissazioni nei blocchi *initial combined*, $F(1, 48)=4.2370$, $p=.04500$; condizione sperimentale *C1*, posizione per numero di fissazioni nei blocchi *reversed combined*, $F(1,$

48)=5.2603, $p=.02624$; condizione sperimentale C2, posizione per numero di fissazioni nei blocchi *initial combined*, $F(1, 42)=3.5762$, $p>0.5$; condizione sperimentale C2, posizione per numero di fissazioni nei blocchi *reversed combined*, $F(1, 42)=4.8720$, $p=.03281$). Ulteriormente, è stato rilevato un effetto significativo della posizione del target a sinistra sulla durata delle fissazioni per i blocchi *reversed combined* della condizione sperimentale C1 ($F(1;48)=4.4484$; $p=0.0402$). È stato inoltre individuato un effetto significativo della posizione del target a destra per i blocchi *initial combined* della condizione sperimentale C2 ($F(1, 42)=4.8404$, $p=.03336$). Non è stato rilevato alcun effetto della posizione per la durata delle fissazioni nei blocchi *initial combined* della condizione sperimentale C1 ($F(1, 48)=2.2918$, $p>0.5$), e nei blocchi *reversed combined* per la condizione sperimentale C2 ($F(1, 42)=2.3225$, $p>0.5$).

(e) Analisi dell'influenza della combinazione concetto-attributo sui movimenti oculari. È stata condotta un'analisi della varianza multivariata (MANOVA) per determinare se le variabili di risposta siano complessivamente influenzate dalla manipolazione della combinazione 2x2 dei concetti "Nero" e "Bianco" con gli attributi "Buono" e "Cattivo". I risultati mostrano un effetto significativo della combinazione sul numero delle fissazioni oculari (Wilks lambda=.78790, $F(6, 166)=3.5023$, $p=.00275$) (Figura 4.8). Ulteriormente, non si è evidenziato alcun effetto significativo della combinazione a carico della durata delle fissazioni (Wilks lambda=.86929, $F(6, 166)=2,0073$, $p>0.5$).

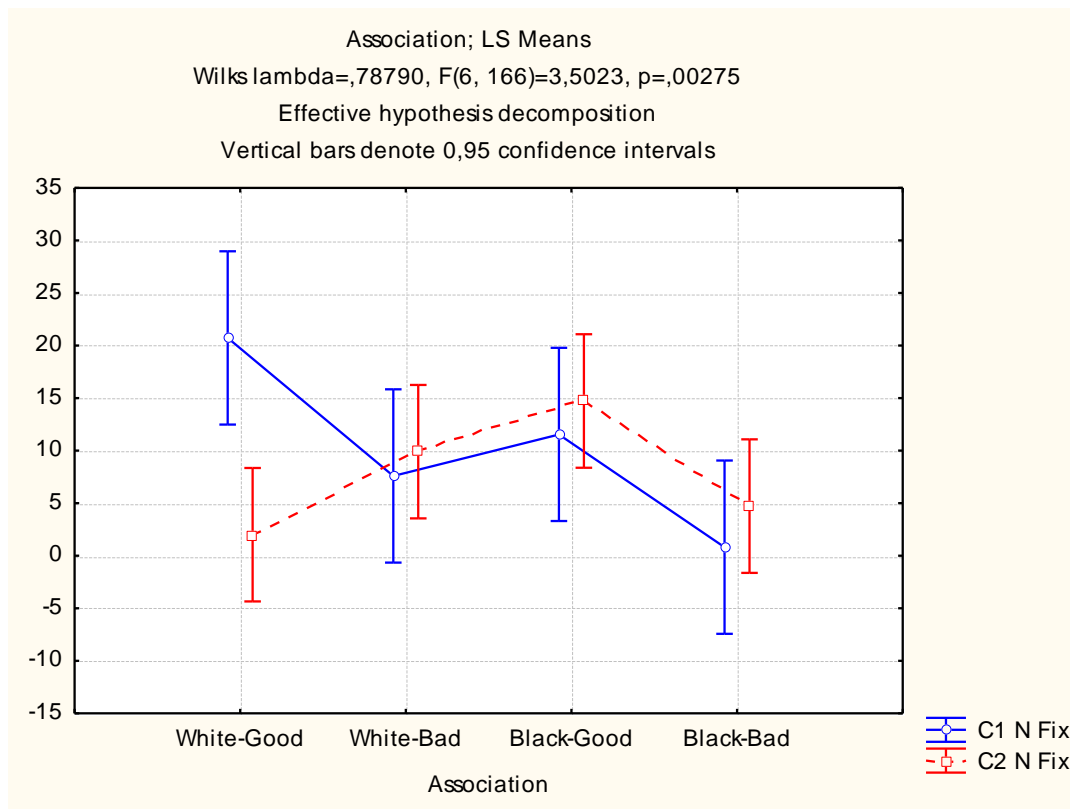


Figura 4.8 Analisi della varianza multivariata (MANOVA) Variabile dipendente: combinazione concetto-attributo; variabili indipendenti: numero di fissazioni delle condizioni C1 e C2.

(f) Analisi dell’influenza della combinazione concetto-attributo sui movimenti

oculari. Per meglio comprendere se le variabili di risposta per entrambe le condizioni sperimentali siano state influenzate dalla variabile combinazione concetto-attributo, abbiamo condotto un’analisi della varianza univariata (ANOVA) per il numero e per la durata del totale delle fissazioni effettuate nelle condizioni sperimentali. I risultati mostrano un’influenza significativa della variabile “combinazione” a carico del numero delle fissazioni ($F(3, 184)=3.1328$, $p=0.2686$). In particolare, i confronti post-hoc mostrano un numero significativamente più alto di fissazioni a carico della combinazione “Bianco-Buono” rispetto alla combinazione “Bianco-Cattivo” (Tabella 4.7). Inoltre, si evidenzia un numero di fissazioni significativamente più elevato in

corrispondenza della combinazione “Nero-Buono” rispetto alla combinazione “Bianco-Cattivo” (Figura 4.9).

Associazione	{Bianco-Buono} 13.106	{Bianco-Cattivo} 2.5957	{Nero-Buono} 12.298	{Nero-Cattivo} 9.2766
Bianco-Buono		0.006469	0.832432	0.316858
Bianco-Cattivo	0.006469		0.011826	0.081641
Nero-Buono	0.832432	0.011826		0.429509
Nero-Cattivo	0.316858	0.081641	0.429509	

Tabella 4.7 LSD test; variable N Fix (Experimental conditions). Probabilities for Post Hoc Tests. Error: Between MS = 342,17, df = 184,00

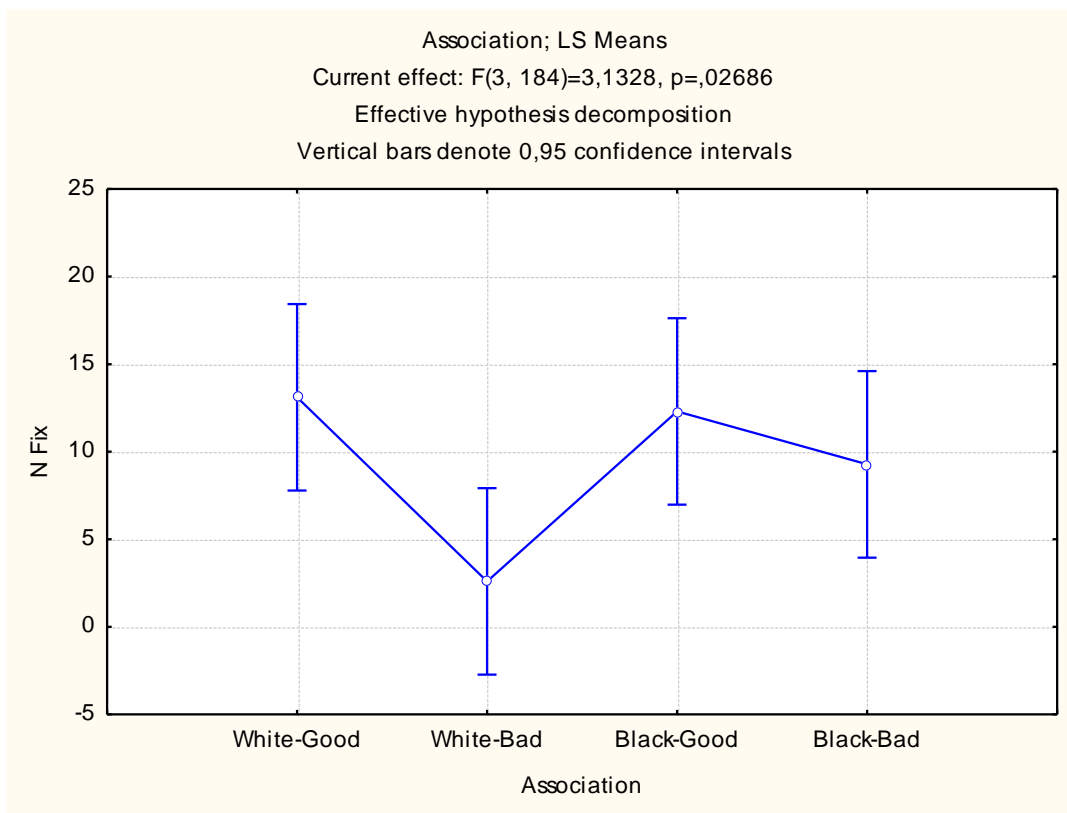


Figura 4.9 Analisi della varianza univariata (ANOVA) per entrambe le condizioni sperimentali, N fix per combinazione.

4.4.4 Discussioni

Il secondo esperimento è stato condotto con l’obiettivo di comprendere la forza della relazione tra i movimenti oculari e le misure implicite alla base degli atteggiamenti, e di individuare quali valori delle componenti del comportamento oculare possano essere considerate predittive di attributi psicologici sottostanti.

A questo scopo è stato valutato il rapporto tra le misure implicite offerte dallo IAT (Greenwald & Banaji 1995; Greenwald et al 1998; 2002) e le misure comportamentali rilevate attraverso la metodologia dell'*eye-tracking* (Mele & Federici 2012a; 2012b) che, come osservato nello studio pilota, sembra essere un valido strumento per analizzare i meccanismi oculo-senso-motori alla base degli atteggiamenti. Complessivamente, al test di associazione implicita IAT, la maggioranza dei partecipanti – tutti di etnia caucasica e selezionati attraverso una valutazione optometrica di base – ha mostrato in media una leggera preferenza automatica per l'etnia di appartenenza rispetto a quella africana.

A partire da questi risultati, che costituiscono una misura implicita dell'atteggiamento nei confronti dell'etnia africana, è stato analizzato il grado di correlazione con le principali componenti del movimento oculare, ossia il numero delle fissazioni e la loro durata. Dall'analisi emerge che le due componenti comportamentali in esame sono entrambe correlate in modo significativo con i punteggi ottenuti allo IAT e costituiscono un modello in grado di predire la preferenza automatica dei partecipanti verso una categoria sociale.

Questo risultato permette di confermare l'ipotesi principale di questo lavoro secondo cui stimoli percettivi di natura sociale elicitano risposte cognitive (Fazio 2007; Strack & Deutsch 2004) – nel nostro caso la preferenza dell'associazione tra lo stimolo e un attributo qualitativo, espressa attraverso il punteggio dello IAT – e, allo stesso tempo, producono risposte corporee coerenti con il sistema di credenze alla base dell'atteggiamento nei confronti dell'oggetto in analisi (Niedenthal 2005; Amodio & Devine 2006; Neumann & Strack 2000), in questo caso l'etnia. La correlazione positiva tra risposte cognitive e risposte corporee evidenzia, inoltre, il valore predittivo delle risposte corporee (livello senso-

motorio) rispetto a disposizioni psicologiche sottostanti e non immediatamente verificabili (De Houwer 2006) verso una categoria saliente (livello semantico-cognitivo), come nel caso di atteggiamenti, pregiudizi o stereotipi.

L'ipotesi dell'*embodiment* oculo-senso-motorio degli atteggiamenti è confermata, ulteriormente, dalle analisi effettuate su ciascuna condizione sperimentale.

Un'indagine complessiva dell'effetto della combinazione concetto-attributo nelle condizioni sperimentali mostra un'influenza delle combinazioni sul numero delle fissazioni oculari. Nello specifico, dai confronti *post-hoc* emerge un effetto significativo a carico di due combinazioni: “bianco-buono” e “nero-buono”. È stato, infatti, osservato complessivamente un incremento del numero delle fissazioni oculari (i) nelle aree in cui è mostrata la combinazione “Bianco-Buono” rispetto alle restanti combinazioni e (ii) nelle aree in cui è mostrata la combinazione “Nero-Buono” rispetto alla combinazione “Bianco-Cattivo”.

Questi risultati sottolineano l'influenza *modality-based* della cognizione sui meccanismi senso-motori (Damasio 1994, Glenberg 1997, Barsalou 1999, Gallese 2003) dal momento che il comportamento oculare dei soggetti sembra essere orientato da un livello semantico-cognitivo (i) verso le aree in cui si conferma la preferenza implicita del partecipante nei confronti della categoria (“Bianco-Buono”) e (ii) verso le aree in cui il pregiudizio alla base dell'atteggiamento è atteso ma non si verifica (“Nero-Buono”). Pertanto, durante lo svolgimento del compito di associazione, la visione attentiva (o foveale) dei soggetti è orientata verso le informazioni che confermano la preferenza automatica verso una determinata categoria e verso le aree in cui si verifica un'incongruenza tra l'associazione presentata e l'associazione attesa, ossia laddove non si verificano le credenze che vanno a costituire l'atteggiamento implicito.

Le conclusioni sinora esposte sono in linea con le teorie dell'*embodied cognition*, le quali dimostrano che, al verificarsi dell'incompatibilità tra attributi psicologici *embodied* e processi cognitivi concomitanti avviene una condizione di conflitto, a carico della memoria di lavoro, tra la richiesta del compito e lo stato *embodied* del processo sottostante, conflitto che si manifesta attraverso una diminuzione dell'efficacia della *performance* (Chen & Bargh 1999; Barsalou 1999).

È evidente dunque il ruolo centrale che i movimenti oculari ricoprono nei processi cognitivi sociali per mezzo di meccanismi di concettualizzazioni situate.

L'atteggiamento *embodied* consiste, infatti, in simulazioni modalità-specifiche di componenti situazionali (Niedenthal 2005) che, in presenza di stimoli semanticamente rilevanti, attivano le relative concettualizzazioni situate interferendo così sull'efficacia della *performance* qualora gli stati *embodied* non corrispondano agli stati delle concettualizzazioni concomitanti (Barsalou 1999; 2003).

Il disegno sperimentale adottato prende le mosse dalle problematiche emerse dallo studio pilota con lo scopo di controllare sistematicamente un eventuale effetto della lateralizzazione sui processi di elaborazione dell'informazione presentata nell'interfaccia visiva.

Complessivamente, emerge un effetto di lateralizzazione del numero delle fissazioni a carico delle aree d'interesse posizionate nel quadrante superiore sinistro dello schermo (Figura 4.10).

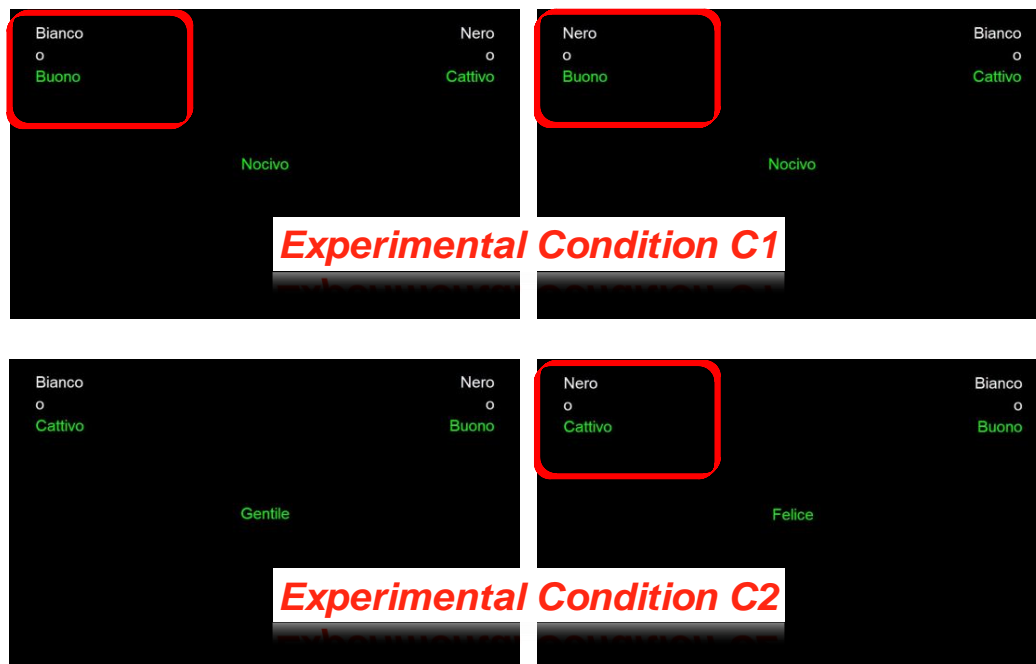


Figura 4.10 Effetto della lateralizzazione del numero delle fissazioni (N Fix) oculari per entrambe le condizioni sperimentali.

Tuttavia, questo effetto non emerge laddove le combinazioni in cui il pregiudizio alla base dell'atteggiamento è atteso ma non si verifica ("Nero-Buono") sono mostrate nelle aree a destra dello schermo, ossia nei blocchi *initial combined* della condizione sperimentale C2. Esclusivamente in questi blocchi, inoltre, è emerso un effetto della posizione della durata delle fissazioni a carico delle aree d'interesse allocate nel quadrante superiore destro dello schermo (Figura 4.11).

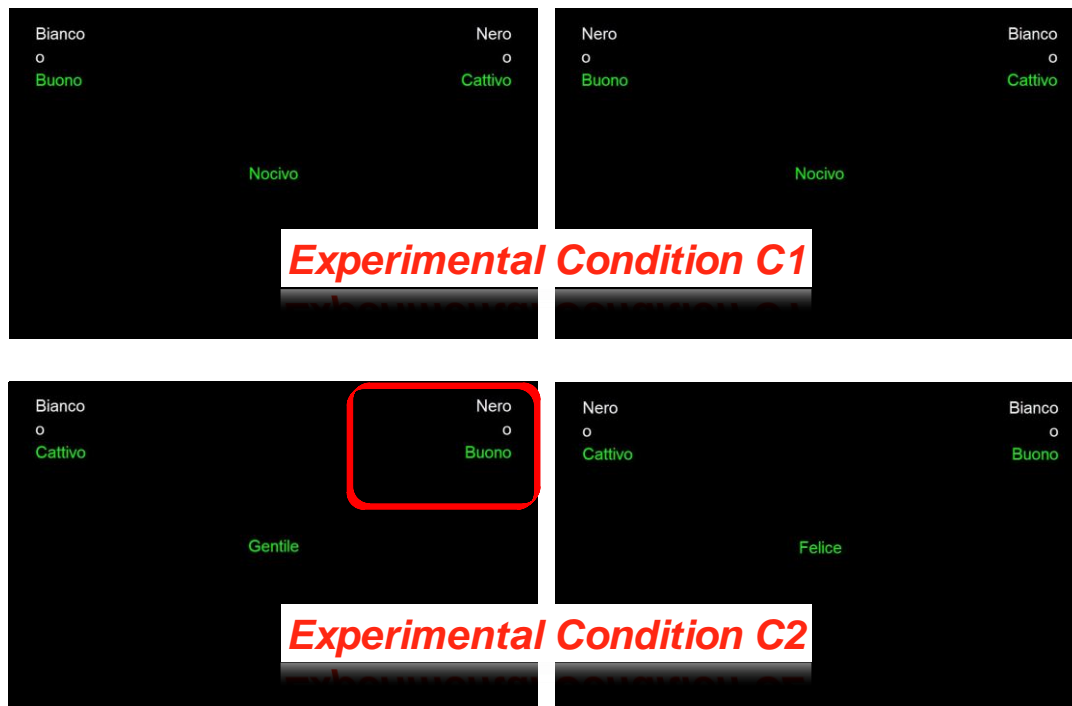


Figura 4.11 Effetto della posizione del numero (N Fix) e della durata delle fissazioni oculari (T Fix) per entrambe le condizioni sperimentali.

In linea con i risultati ottenuti sulle analisi dell'effetto della combinazione concetto-attributo precedentemente esposte, s'interpreta questo dato come un indicatore di salienza dell'informazione presentata rispetto all'informazione attesa (Parkhurst et al 2002). Il motivo per cui questo risultato non si ottiene per l'associazione "Bianco-Buono", ma avviene solo qualora l'associazione attesa "Nero-Cattivo" non occorra, può essere spiegato dalla natura stessa del pregiudizio sociale di tipo razziale. Infatti, laddove i partecipanti mostrano una preferenza automatica per l'etnia caucasica rispetto a quella africana, il pregiudizio razziale che giustifica la forza di un'associazione "Nero-Cattivo" non riguarda allo stesso modo "Bianco-Buono", dal momento che esso non si riferisce a una polarità nero-bianco, ma esclusivamente alla categoria etnica africana, categorizzata come "cattiva". Nella costruzione delle categorie sociali di tipo razziale (bianco-nero con partecipanti bianchi) il concetto "bianco" è la

condizione di base su cui sono valutate le differenze tra le risposte di un partecipante bianco con un atteggiamento implicito verso i neri. Le associazioni “Bianco-Buono” o “Bianco-cattivo”, infatti, non rappresentano in questo caso un pregiudizio sociale ma esclusivamente una mera differenza individuale e, pertanto, la sua salienza non influenza la performance. D’altro canto, il pregiudizio razziale verso persone di etnia africana, alla base del quale vi è la convinzione implicita che “tutti i neri sono cattivi”, riguarderebbe la totalità del gruppo etnico di riferimento piuttosto che una differenza individuale (Louvet & Rhomer 2009).

4.5 Conclusioni

Il quarto capitolo illustra l’indagine sperimentale oggetto della dissertazione, ossia la relazione tra i movimenti oculari e i processi cognitivi impliciti coinvolti nell’elaborazione dell’informazione sociale a partire dal paradigma dell’*embodied cognition*.

L’ipotesi generale è che vi sia una diretta relazione tra atteggiamenti impliciti e la modalità di esplorazione visiva durante l’elaborazione di stimoli la cui valenza è in grado di elicitare il *bias* cognitivo alla base dell’atteggiamento (Amodio & Devine 2006). La ricerca si è sviluppata attraverso due esperimenti di *eye-tracking* che hanno coinvolto un campione rappresentativo di soggetti di etnia caucasica ai quali è stato somministrato un test di associazione implicita (Greenwald & Banaji 1998; 2002).

Il primo esperimento ha avuto come obiettivo quello di indagare l’applicabilità dell’*eye-tracking* all’analisi delle associazioni implicite attraverso uno studio pilota mirato a osservare la relazione tra misure implicite e misure

comportamentali del movimento oculare. I risultati ottenuti dall'applicazione di un disegno *within subjects* a due condizioni hanno confermato l'ipotesi di una tendenza predittiva delle misure di *eye-tracking* rispetto alle misure di atteggiamento implicito, tuttavia, per via del mancato controllo della lateralizzazione e delle ridotte dimensioni del campione, questi risultati non possono essere considerati sufficienti per confermare l'ipotesi della ricerca.

Il secondo esperimento è nato come una revisione del disegno sperimentale dello studio pilota, la quale ha visto l'introduzione di due condizioni sperimentali per indagare l'influenza della lateralizzazione nella *performance*. I risultati ottenuti dall'applicazione di un disegno *between subjects* a due condizioni confermano il coinvolgimento di meccanismi oculo-senso-motori *embodied* nei processi di elaborazione di stimoli visivi di natura sociale, meccanismi che possono essere considerati, dunque, come misure indirette predittive di costrutti psicologici come gli atteggiamenti (De Houwer & Moors 2010).

Con il lavoro sperimentale illustrato è stata dunque confermata l'ipotesi principale secondo cui stimoli percettivi di natura sociale elicitano risposte cognitive (Fazio 2007; Strack & Deutsch 2004) che producono, a loro volta, risposte corporee coerenti con il sistema di credenze alla base di attributi psicologici (Barsalou 1999). Da una visione generale dei risultati ottenuti nelle due sperimentazioni emerge, inoltre, che la metodologia di *eye-tracking* qui utilizzata – che fa uso di algoritmi e software *open-source* ed è quindi interamente accessibile e adattabile alle esigenze procedurali del ricercatore – può essere considerata come un approccio promettente per fornire un modello di analisi delle misure implicite, e può quindi essere utilizzata come strumento di supporto e/o sostitutivo dei test di

associazione implicita, laddove la somministrazione di questi non è immediatamente applicabile.

Pertanto, data la flessibilità delle tecnologie software di *eye-tracking* proposte, l'applicabilità di queste ad apparati hardware facilmente reperibili (come, ad esempio, telecamere o *webcam* a infrarossi montate su supporti portatili) e la conseguente economicità del sistema rispetto ai dispositivi di *eye-tracking* in commercio (i cui costi sono attualmente proibitivi) il paradigma utilizzato sembra avere gli elementi per diventare un efficiente strumento d'indagine per un'ampia gamma di studi sulla cognizione sociale come, ad esempio, gli studi sugli atteggiamenti, l'autostima o il concetto di sé.

Un esempio applicativo, auspicato come sviluppo futuro del lavoro sperimentale esposto in questa dissertazione, è l'indagine delle differenze individuali rispetto alle strategie di esplorazione dell'informazione visiva di natura sociale. In particolare, s'intende indagare l'influenza delle caratteristiche individuali, come il genere e la lateralità, sulla *performance* effettuata nell'esplorazione visiva rispetto alla salienza dell'informazione presentata e agli atteggiamenti impliciti a essa connessi.

Conclusioni

L'indagine comportamentale e cognitiva presentata in questo lavoro è stata condotta con lo scopo di osservare sistematicamente i meccanismi di elaborazione dell'informazione di natura sociale alla base degli atteggiamenti impliciti. Il lavoro trova ispirazione in un più ampio contesto di studio rivolto a definire nuove tecniche d'indagine dell'interazione uomo-macchina capaci di rilevare misure indirette che siano indicative dei processi impliciti sottostanti la *user-experience* di interfacce visive.

L'attività di ricerca che precede questo studio (Mele & Federici 2012b; Mele et al 2012; Miesenberger et al 2012) ha mostrato che il verificarsi di una buona *user-experience* garantisce anche un buon livello di usabilità, proprietà multidimensionale dell'interazione risultante dalla qualità della fruizione di una tecnologia in termini di efficacia, efficienza e soddisfazione con cui uno specifico utente raggiunge uno specifico obiettivo in un determinato contesto d'uso (ISO 9241-11 1998). Tuttavia, l'indagine della dimensione soggettiva dell'esperienza – che concerne gli aspetti esperienziali, affettivi e semantici dell'interazione con il sistema tecnologico (Norman et al 1995) – risulta, allo stato attuale, limitata all'utilizzo di tecniche di valutazione che fanno uso di misure dirette, come i questionari e i *report* di valutazione di soddisfazione e gradimento. Sebbene tali tecniche permettano al valutatore di svolgere un'indagine efficace ed economica dell'interazione, queste non permettono tuttavia di individuare quelle componenti comportamentali, affettive e cognitive che non sono direttamente accessibili alla consapevolezza e quindi esplicitabili (De Houwer 2006). Con questo lavoro si è voluto quindi osservare la capacità di nuove tecniche d'indagine di fornire misure

comportamentali indirette che siano indicative di processi cognitivi e affettivi impliciti, indagine necessaria per la successiva costituzione di un modello predittivo di misure implicite utile alla messa a punto di strumenti per la valutazione dell'interazione con interfacce visive che siano in grado di cogliere anche gli aspetti non consapevoli alla base del comportamento umano.

Nonostante questo lavoro s'inserisca nel più ampio contesto di studio della *human-computer interaction*, nei capitoli illustrati è stato scelto di dare attenzione all'apparato teorico sotteso agli obiettivi specifici della sperimentazione e alla descrizione della metodologia d'indagine adottata. Il background teorico e metodologico su cui si costituisce il lavoro è stato presentato attraverso quattro sezioni orientate a illustrare:

- i. la natura e la metodologia d'indagine del principale costrutto psicologico in esame, ossia i processi cognitivi impliciti (Capitolo 1);
- ii. il paradigma teorico di riferimento su cui si fonda l'indagine, ossia le teorie dell'*embodied cognition* (Capitolo 2);
- iii. la metodologia sperimentale utilizzata, ovvero l'*eye-tracking* (Capitolo 3);
- iv. le ipotesi, i metodi e le procedure che hanno guidato lo svolgimento della sperimentazione (Capitolo 4).

A partire da un'analisi critica dei modelli e delle teorie proposti tradizionalmente nelle scienze cognitive per fare luce sulla questione della coscienza, il Capitolo 1 introduce la prospettiva adottata nel presente lavoro, ossia una prospettiva funzionale e sistemica dei processi non consapevoli che prende in prestito dalle teorie della *social cognition* il costrutto di "implicito", definito da Greenwald e Banaji come "*the introspectively unidentified (or inaccurately identified) trace of past experience that mediates R*" (Greenwald & Banaji 1995, p.5), dove *R* sta a

indicare la categoria di risposta che influenza il costrutto, come ad esempio un giudizio verso un oggetto che influenza l'atteggiamento implicito verso l'oggetto stesso. Quando si parla di processi impliciti ci si riferisce dunque a processi non immediatamente verbalizzabili, non intenzionali, che richiedono un intervento ridotto o quasi assente di risorse attentive e di elaborazione a carico della memoria di lavoro (Schacter 1987; Kihlstrom 1999).

Questa definizione è strettamente connessa al concetto di "livello di consapevolezza", avallato dalle principali teorie dell'attenzione e della memoria secondo cui la consapevolezza non sarebbe un processo del tipo "tutto-o-nulla" (De Houwer & Moors 2012), ma un processo "per gradi" connesso a meccanismi e/o sistemi di gestione dei processi attentivi e di memoria che regolano l'elaborazione dell'informazione (Shallice 1988; Baddeley 1990). In linea con questa prospettiva, secondo De Houwer e Moors il costrutto di implicito sarebbe strettamente connesso al livello di automatismo del processo:

"Automaticity is not an all-or-none property that processes either possess completely or not at all. Rather, it is an umbrella concept that refers to a variety of automaticity features that do not necessarily co-occur. Each automaticity feature concerns a certain condition on which the operation of the process might depend. Many features such as the features uncontrolled, unintentional, goal independent, autonomous, and purely stimulus driven refer to the fact that the process can operate in the absence of certain goals" (De Houwer & Moors 2010, p. 11).

Lo studio dei processi impliciti ed espliciti è stato per molti anni dominio di una prospettiva dualistica, che attribuiva la cognizione a processi di elaborazione di ordine superiore e amodali (Anderson, 1983; Newell & Simon, 1972)

funzionalmente distinti dai processi periferici che li producono (Pylyshyn, 1984). Tuttavia, come illustrato nel Capitolo 2, in anni recenti le scienze cognitive e sociali sono state caratterizzate da un profondo mutamento di prospettiva ad opera delle teorie dell'*embodied cognition*.

Il concetto di *embodiment* è stato definito in letteratura attraverso differenti accezioni (Wilson 2002) che tuttavia non sono tra loro contrastanti, ma rendono conto di diversi aspetti dello stesso processo. Negli anni, infatti, le teorie dell'*embodied cognition* hanno posto l'accento sulla cognizione da differenti prospettive, definendola via via come situata (Steels & Brooks 1995); influenzata da limiti di tempo (Pfeifer & Scheier, 1999); distribuita nell'ambiente (Hutchins 1995) e vincolata dalle *affordances* di quest'ultimo (Ballard et al 1997), funzionale all'azione (Jeannerod 1997) e, infine, fondata su riferimenti corporei in situazioni in cui lo stimolo è assente o sostituito da un simbolo (Barsalou 1999). Queste teorie, prese insieme, hanno permesso di tracciare una definizione unitaria di *embodiment*, ossia un meccanismo psicofisiologico che si sviluppa per mezzo di una complessa interrelazione tra corpo e mente secondo meccanismi di tipo *top-down*, in cui la cognizione influisce direttamente sui processi senso-motori (Casasanto, 2009; Barsalou, 1999), e meccanismi di tipo *bottom-up*, in cui le esperienze corporee contestuali influenzano i processi cognitivi di alto livello (Barsalou 1999). Le teorie dell'*embodiment* rappresentano dunque il superamento del dualismo mente-corpo a favore di un approccio olistico, che enfatizza l'interdipendenza tra le funzioni motorie e sensoriali coinvolte nella cognizione e i relativi processi mentali alla base delle azioni corporee, permettendo di indagare la complessità dei significati su cui si costituiscono le interazioni sociali (Niedenthal 2005; Casasanto 2009; Barsalou 1999).

In linea con il paradigma dell'*embodied cognition*, l'obiettivo specifico di questo lavoro è stato quello di osservare la relazione tra i processi oculo-senso-motori alla base dell'esplorazione di materiale di natura sociale e l'atteggiamento implicito verso i contenuti dell'informazione stessa; è stata quindi indagata l'influenza *top-down* di processi cognitivi sociali sui meccanismi motori e sensoriali del sistema visivo. La metodologia utilizzata per svolgere l'indagine comportamentale utilizza metodi e tecniche di tracciamento oculare, ossia "*a set of methods and techniques which allows the detection of both eye movements and fixations performed during a visual interaction in a given context*" (Mele & Federici 2012b, pp.261-262). Una panoramica dello stato dell'arte relativo all'utilizzo dell'*eye-tracking* nelle scienze cognitive è presentata nel Capitolo 3, attraverso una revisione critica che ne illustra le caratteristiche principali, i punti di forza e i punti di debolezza nell'applicazione allo studio dei processi cognitivi espliciti e impliciti in compiti di esplorazione dell'informazione (Mele & Federici 2012a; 2012b). La rassegna mette in risalto il potenziale applicativo dei metodi di *gaze-tracking* basate sull'elaborazione del riflesso corneale, una tecnica la cui affidabilità nell'indagine ecologica dell'interazione tra individui e interfacce visive è stata verificata da un'ampia letteratura sullo studio del tracciamento oculare dei processi cognitivi (Hansen 2010).

Lo studio sperimentale oggetto della dissertazione è descritto nel Capitolo 4. In linea con l'obiettivo generale del lavoro, l'indagine si sviluppa a partire dall'ipotesi di una diretta relazione tra i processi sociali impliciti e la modalità di esplorazione visiva di stimoli di natura sociale. Nello specifico, sono stati presi in analisi i risultati ottenuti attraverso l'*Implicit Association Test* (Greenwald & Banaji 1998), i quali hanno fornito le misure di associazione implicita tra

combinazioni di informazioni di valenza categoriale (le due etnie “europeo” e “africano”) e informazioni di valenza qualitativa (gli aggettivi “buono” e “cattivo”). Lo IAT è uno strumento che studia la forza dei legami associativi tra concetti attraverso un compito di categorizzazione di stimoli e si basa sul principio per cui a una maggiore forza dell’associazione tra un concetto e un attributo corrisponde un minore carico cognitivo, espresso in termini di velocità e in accuratezza della risposta (Greenwald et al 1998). Il paradigma dello IAT permette di indagare la forza del *bias* alla base di costrutti psicologici come gli atteggiamenti facendo uso di concetti dicotomici e polarizzati.

I risultati ottenuti dall’applicazione dello IAT “europeo-africano” hanno permesso di ottenere, per ciascun partecipante, la misura del *bias* cognitivo alla base dell’atteggiamento nei confronti di una delle due categorie etniche illustrate, misura che è stata quindi confrontata con i dati comportamentali ottenuti monitorando il tracciamento oculare durante lo svolgimento del test di categorizzazione.

La ricerca si è sviluppata in due esperimenti che hanno coinvolto un totale di 78 soggetti, tutti di etnia caucasica. Il primo esperimento ha costituito un’indagine preliminare dell’applicabilità della tecnologia *open-source* di *eye-tracking* agli scopi della ricerca. È stato quindi svolto uno studio pilota di osservazione della relazione tra misure implicite di atteggiamento e misure di *eye-tracking* attraverso un disegno sperimentale *within subjects* a due condizioni: nella condizione di controllo sono stati osservati i movimenti oculari (durata e numero di fissazioni oculari) in relazione alla manipolazione della posizione sullo schermo di due categorie etniche (“Africano”, “Europeo”) o di due attributi qualitativi (“Buono”, “Cattivo”). Nella condizione sperimentale, invece, i movimenti oculari sono stati

analizzati in relazione alla manipolazione della posizione sullo schermo della combinazione 2x2 tra le due categorie etniche e i due attributi qualitativi.

Dai risultati emerge una tendenza predittiva delle misure di *eye-tracking* rispetto alle misure di atteggiamento implicito. Infatti, i dati ottenuti suggeriscono che, complessivamente, il numero e i tempi di fissazione mostrano una tendenza predittiva della preferenza automatica verso una data categoria sociale connessa alla natura dell'informazione trasmessa. Questo effetto avviene attraverso un incremento del numero delle fissazioni oculari a carico delle aree d'interesse dello schermo in cui si verifica l'associazione implicita (p.e., "Africano-Cattivo") e un incremento della durata delle fissazioni nelle aree in cui l'associazione implicita è attesa ma non si verifica (p.e., "Africano-Buono"). In altre parole, i soggetti tendono a osservare maggiormente le informazioni di natura confermativa delle credenze che costituiscono l'atteggiamento implicito alla base; inoltre, le osservazioni dei soggetti hanno una maggiore durata in corrispondenza delle aree in cui questo tipo d'informazione è attesa ma non si verifica.

La tendenza evidenziata non può, tuttavia, essere considerata sufficiente per giustificare un modello esplicativo della variabilità dell'atteggiamento implicito, poiché nessuno dei due predittori, se considerato singolarmente, è risultato statisticamente significativo. Inoltre, dal momento che, in linea con la struttura standard dello IAT, il disegno sperimentale dello studio pilota prevedeva che gli attributi qualitativi assumessero una posizione costante nello schermo ("Buono" a sinistra e "Cattivo" a destra) e che lo *switching target* fosse esclusivamente a carico della categoria, questo disegno metodologico non ha permesso il controllo sistematico dell'influenza della lateralizzazione dei target sulle strategie di esplorazione visiva.

A partire dalle problematiche metodologiche sollevate dallo studio preliminare è stato condotto un secondo esperimento il cui disegno sperimentale *between subjects* ha permesso d'indagare l'influenza della lateralizzazione nella *performance* attraverso l'introduzione di due condizioni sperimentali. Nella condizione di controllo il numero e la durata delle fissazioni sono stati osservati in relazione alla manipolazione della posizione sullo schermo di due categorie etniche ("Nero", "Bianco") o di due attributi qualitativi ("Buono", "Cattivo"); mentre sono state create due condizioni sperimentali in cui i movimenti oculari sono stati osservati in relazione alla manipolazione della posizione sullo schermo della combinazione delle due categorie etniche con i due attributi qualitativi. L'introduzione di una nuova condizione sperimentale rispetto allo studio pilota ha permesso di indagare l'influenza della lateralizzazione per le combinazioni 2x2x2 degli attributi qualitativi con le categorie etniche in entrambe le posizioni superiore destra e superiore sinistra dello schermo.

I risultati ottenuti dal secondo esperimento mettono in luce la natura *embodied* dei meccanismi oculo-senso-motori coinvolti nei processi di elaborazione di stimoli visivi di natura sociale, confermando che le risposte corporee sono connesse all'influenza che gli stimoli percettivi hanno sulle risposte cognitive (Fazio 2007; Strack & Deutsch 2004), in linea con il sistema di credenze alla base (Barsalou 1999). Più nello specifico, i risultati confermano l'influenza *modality-based* della cognizione sui meccanismi senso-motori (Barsalou 1999, Gallese 2003) dal momento che il comportamento oculare dei soggetti sembra essere orientato verso le aree in cui la preferenza implicita del partecipante nei confronti della categoria in analisi si verifica o è attesa. Nello specifico, questi dati confermano l'ipotesi di una relazione tra movimenti oculari e processi cognitivi sociali che, in accordo

con le teorie dell'*embodiment*, si manifesterebbe attraverso simulazioni modalità-specifiche di componenti situazionali (Niedenthal 2005) andando a interferire sulla qualità della *performance* laddove non si verifica una corrispondenza tra gli stati *embodied* e gli stati delle concettualizzazioni concomitanti (Barsalou 1999; 2003).

Questi risultati sono rafforzati anche dall'analisi dell'effetto della lateralizzazione sul numero delle fissazioni, la cui influenza non è significativa nelle condizioni sperimentali nelle quali si verifica un'associazione disattesa rispetto al pregiudizio alla base dell'atteggiamento implicito, esito che è stato interpretato come un indicatore della salienza dell'informazione presentata rispetto all'informazione attesa (Louvet & Parkhurst 2002). In altre parole, l'effetto della lateralizzazione sulla durata e sul numero delle fissazioni non avviene nelle condizioni sperimentali in cui in cui il pregiudizio alla base dell'atteggiamento è atteso ma non si verifica, risultato che mette in risalto la forza dell'effetto sulla *performance* della salienza dello stimolo connesso al pregiudizio razziale. In linea con questi risultati, gli sviluppi prossimi dello studio saranno orientati verso l'indagine delle caratteristiche individuali sull'esplorazione visiva rispetto agli atteggiamenti impliciti e alla salienza dell'informazione presentata. Una particolare attenzione sarà dedicata all'indagine dell'influenza sulla *performance* di caratteristiche individuali come genere e lateralità.

Il paradigma derivante dal presente lavoro costituisce un primo contributo per lo sviluppo di un modello predittivo di misure implicite attraverso il quale definire nuove metodologie d'indagine e valutazione dell'interazione visiva. Tuttavia, affinché la realizzazione di questo modello possa essere considerata attuabile, sarà necessario verificare se si ottengono gli stessi risultati anche in presenza di

informazioni multidimensionali e non polarizzate come, ad esempio, nelle interfacce grafiche complesse.

I contesti applicativi sono molteplici, dall'indagine degli atteggiamenti, l'autostima o il concetto di sé, al dominio di studio della *human-computer interaction*, come ad esempio il processo di *user-centered design* di interfacce visive mirate a garantire una *user-experience* in linea con i bisogni e le necessità dell'utente. L'originalità del lavoro consiste nell'aver evidenziato il potenziale predittivo dell'innovativa metodologia dell'*eye-tracking* per lo studio dei processi impliciti coinvolti nell'interazione. Inoltre, la strumentazione di tracciamento oculare qui utilizzata applica tecnologie *open-source* ad apparati hardware indipendenti (*webcam* o telecamere a infrarossi), la cui flessibilità ed economicità fa del sistema un efficiente strumento d'indagine per un'ampia gamma di studi sull'interazione individuo-tecnologia e sulla cognizione sociale.

Bibliografia

- Aarts, H., & Dijksterhuis, A. (2002). Comparability is in the eye of the beholder: Contrast and assimilation effects of primed animal exemplars on person judgments. *British Journal of Social Psychology*, 41, 123—138.
- Adelmann, P. K., & Zajonc, R. B. (1989). Facial efference and the experience of emotion. *Annual Review of Psychology*, 40, 249—280.
- Ajzen, I. (1988). *Attitudes, Personality, and Behaviour*. Buckingham: Open University Press.
- Ajzen, A., & Timko, C. (1986) Correspondence between health attitudes and behavior, *Journal of Basic and Applied Social Psychology*, 7, 259—76.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Allport, G. W. (1935). Attitudes. In C. Murchison (Ed.), *A handbook of social psychology*, 798—844. Worcester, MA: Clark University Press.
- Amantis, R., Corradi, F., Molteni, A. M., Massara, B., Orlandi, M., Federici, S., Olivetti Belardinelli, M., Mele M.L. (2011). *Eye-tracking assistive technology: Is this effective for the developmental age? Evaluation of eye-tracking systems for children and adolescents with cerebral palsy*. AAATE 2011, Maastricht, NL.
- Amarnag, S., Kumaran, R. S., Gowdy, J. N. (2003). *Real time eye tracking for human computer interfaces*. International Conference on Multimedia and Expo: ICME'03; 6–9 Jul 2003; Baltimore, MD; 3, 557—560.
- Amodio, D. M., & Ratner, K. G. (2011). A memory systems model of implicit social cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 20, 143—148.
- Amodio, D. M., & Mendoza, S. A. (2010). Implicit intergroup bias: Cognitive, affective, and motivational underpinnings. In B. Gawronski and B. K. Payne (Eds.) *Handbook of implicit social cognition*, 353—374. New York: Guilford.
- Amodio, D. M., & Devine, P. G. (2006). Stereotyping and evaluation in implicit race bias: Evidence for independent constructs and unique effects on behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91, 652—661.
- Amodio, D. M., Harmon-Jones, E., & Devine, P. G. (2003). Individual differences in the activation and control of affective race bias as assessed by startle

- eyeblick responses and self-report. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84, 738—753.
- Anderson, J. R. (1983). A spreading activation theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 261—295.
- Anderson, J. R. (1974). Retrieval of prepositional information from long-term memory. *Cognitive Psychology*, 6, 451—474.
- Anderson, J. R., & Bower, G. H. (1973). *Human associative memory*. Washington, DC: Winston and Sons.
- Anderson, M. L. (2003). Embodied cognition: A field guide. *Artificial Intelligence*, 149(1), 91—103.
- Aslin, R. N., McMurray, B. (2004). Automated corneal-reflection eye tracking in infancy: methodological developments and applications to cognition. *Infancy*, 6, 155—163.
- Aslin, R. N., Salapatek, P. (1975). Saccadic localization of visual targets by the very young human infants. *Perception and Psychophysics*, 17, 293—302.
- Baddeley, A. D. (2000). *The episodic buffer: a new component of working memory?* Trends in Cognitive Science, 4, 417—423.
- Baddeley, A. (1990). Human memory: theory and practice, Hove: Lawrence Erlbaum Associates; trad. it. *La memoria umana*, Bologna, Il Mulino, 1992.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974) Working memory. In G. A., Bower (ed.). *The Psychology of Learning and Motivation*, 48—79, Academic Press.
- Bagci, A. M., Ansari, R., Khokhar, A., Cetin, E. (2004). *Eye tracking using Markov models*. 17th International Conference on Pattern Recognition: ICPR 2004; 23—26 Aug 2004; Cambridge, UK; 818—821.
- Baker, C. (1992). *Attitudes and language*. Clevedon: Multilingual Matters.
- Balcetis, E., & Dunning, D. (2006). See what you want to see: Motivational influences on visual perception. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91(4), 612—625.
- Ballard, D. H., Hayhoe, M. M., Pook, P. K., & Rao, R. P. N. (1997). Deictic codes for the embodiment of cognition. *Behavioral & Brain Sciences*, 20, 723—767.
- Ballard, D. H. (1996). On the function of visual representation. In K. A. Akins (Ed.), *Perception* (pp. 111—131). Oxford: Oxford University Press.
- Bargh, J. A., & Chartrand, T. L. (2000). The mind in the middle: A practical guide to priming and automaticity research. In H. T. Reis & C. M. Judd (Eds.),

Handbook of research methods in social and personality psychology, 253—285. NY: Cambridge University Press.

- Bargh, J. A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype activation on action. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71, 230—244.
- Bargh, J. A., Chaiken, S., Govender, R., & Pratto, F. (1992). The generality of the automatic activation effect. *Journal of personality and Social Psychology*, 62, 893—912.
- Barkovich, A. J. (2005). *Normal development of the neonatal and infant brain, skull, and spine*. In A. J. Barkovich (Ed.). *Pediatric neuroimaging*. 4th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 17—75.
- Barsalou, L.W. (2003). Situated simulation in the human conceptual system. *Language and Cognitive Processes*, 18, 513—562.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577—660.
- Beach, G., Cohen, C. J., Braun, J., Moody, G. (1998). *Eye tracker system for use with head mounted displays*. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics: SMC'98; 11—14 Oct 1998; San Diego, CA; 4348—4352.
- Beckers, T., De Houwer, J., Eelen, P. (2002). Automatic integration of non-perceptual action effect features: The case of the associative affective Simon effect. *Psychological Research*, 66(3), 166—73.
- Beymer, D., Flickner, M. (2003). *Eye gaze tracking using an active stereo head*. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition: CVPR'03; 18—20 Jun 2003; Madison, WI; 2, 451—458.
- Bisiach, E., & Luzzatti, C. (1978). Unilateral neglect of representational space. *Cortex*, 14, 129—133.
- Blakemore, S.J., Bristow, D., Bird, G., Frith, C., Ward, J. (2005). Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision-touch synaesthesia. *Brain*, 128, 1571—1583.
- Block, N. (1995). The mind as the software of the brain. In E. E. Smith & D. N. Osherson (Eds.), *Thinking*, 377—425. Cambridge, MA: MIT Press.
- Borsci S., Kurosu M., Federici S., Mele M. L. (In Press). *Computer systems experiences of users with and without disabilities: an evaluation guide for professionals*. London, UK: CRC Press.

- Borsci, S., Federici, S., Mele, M. L., Polimeno, D., & Londei, A. (2012a). The Bootstrap Discovery Behaviour Model: Why Five Users Are Not Enough to Test User Experience. In E. M. Alkhalifa & K. Gaid (Eds.), *Cognitively Informed Intelligent Interfaces: Systems Design and Development*, 258—279. Hershey, PA: IGI Global.
- Borsci S., Kurosu M., Federici S., Mele M. L. (2012b) Systemic user experience. In S. Federici, M. J. Scherer, (Eds). *Assistive technology assessment: a handbook for professionals in disability, rehabilitation and health professions*. London, UK: CRC Press.
- Borsci S., Federici S., Mele, M. L., Stamerra, G. (2008). *Global Rank: Improving a Qualitative and Inclusive Level of Web Accessibility*, In 4th Biennial Disability Studies Conference at Lancaster University, UK, Lancaster University, UK, 2—4 September 2008, Lancaster, Lancaster University, UK, 9.
- Brandt, S. A., & Stark, L. W. (1997). Spontaneous eye movements during visual imagery reflect the content of the visual scene. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(1), 27—38.
- Breckler, S. J. (1984). Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47, 1191—1205.
- Brinkmann, S. (2006). Damasio on mind and emotions: A conceptual critique. *Nordic Psychology*, 58(4), 366—380.
- Brooks, R. (1991). Intelligence without representation. *Artificial Intelligence Journal*, 47, 139—160.
- Cacioppo, J. T., Priester, J. R., & Berntson, G. G. (1993). Rudimentary determinants of attitudes, II: Arm flexion and extension have differential effects on attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 5—17.
- Card, S. K. (1984). Visual search of computer command menus. In H. Bouma, D.G. Bouwhuis (Eds.). *Attention and performance X, control of language Processes*, 97—108. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carpenter, P. A., Shah, P. (1998). A model of the perceptual and conceptual processes in graph comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Applied*; 4, 75—100.
- Casasanto, D. (2009). Embodiment of abstract concepts: Good and bad in right- and left-handers. *Journal of Experimental Psychology: General*, 138, 351—367.

- Cheesman, J., & Merikle, P. M. (1984). Priming with and without awareness. *Perception and Psychophysics*, 36, 387—395.
- Chen, S., & Bargh, J. A. (1999). Consequences of automatic evaluation: Immediate behavior predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25, 215—224.
- Chi, J., Zhang, P., Zheng, S., Zhang, C., Huang, Y. (2009). *Key techniques of eye gaze tracking based on pupil corneal reflection*. WRI Global Congress on Intelligent Systems, 2009: GCIS'09; 19—21 May 2009; Xiamen, CN; 133—138.
- Chiel, H., & Beer, R. (1997). The brain has a body Adaptive behavior emerges from interactions of nervous system, body, and environment. *Trends in Neurosciences*, 20, 553—557.
- Churchland, P. S., Ramachandran, V. S., & Sjenowski, T. J. (1994). A critique of pure vision. In C. Koch & J. L. Davis (Eds.), *Large-scale neuronal theories of the brain*, 23—60. Cambridge, MA: MIT Press.
- Clark, A., & Grush, R. (1999). Towards a cognitive robotics. *Adaptive Behavior*, 7, 5—16.
- Clark, A. (1998). Embodied, situated, and distributed cognition. In W. Bechtel & G. Graham (Eds.), *A companion to cognitive science*, 506—517. Malden, MA: Blackwell.
- Clark, A. (1997). *Being There: Putting Brain, Body and World Together Again*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Collins, A. M., & Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal learning and Verbal Behavior*, 8, 240—247.
- Cooke, L. (2006). *Is eye tracking the next step in usability testing?* IEEE International Professional Communication Conference: IPCC'06; 23—25 Oct 2006; Saratoga Springs, NY; 236—242.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 769—786.
- Cornsweet, T. N., Crane, H. D. (1973). Accurate two-dimensional eye tracker using first and fourth Purkinje images. *Journal of the Optical Society of America*, 63, 921—928.
- Corradi, F., Federici, S., Mele, M. L., Sperati, C., Ruschena, S., Dandini De Sylva, S. (2011). *No OBstacle to Emotion (NOBE): an assistive technology for a multi-sensory experience of visual art*. Paper presented at the 11th

European Conference for the Advancement of Assistive Technology:
AAATE 2011, Maastricht, NL.

- Cowen, L., Ball, L. J., Delin, J. (2001). *An eye movement analysis of web page usability*. In X. Faulkner, J. Finlay, F. Dètienne (Eds.). *People and computers XVIII: design for life proceedings of HCI 2004*, 317—335. Berlin, DE: Springer-Verlag.
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671—84.
- Crano W. D., Prislin R. (2008) *Attitudes and attitude change*. Psychology Press: New York.
- Crowne, D. P., & Marlowe, D. (1960). A new scale of social desirability independent of psychopathology. *Journal of Consulting Psychology*, 24, 349—354.
- Damasio A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. New York: Harcourt.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: Grosset/Putnam.
- Damasio, A. R. (1989). Time-locked multiregional retroactivation: A systems-level proposal for the neural substrates of recall and recognition. *Cognition*, 33, 25—62.
- Darwin, C. (1872). *The Expression of Emotions in Man and Animals*. London: John Murray.
- De Houwer, J., & Moors, A. (2012). How to define and examine implicit processes? In R. Proctor & J. Capaldi (Eds.). *Implicit and explicit processes in the psychology of science*, 183—198. NY: Oxford University Press.
- De Houwer, J., & Moors, A. (2010). Implicit measures: Similarities and differences. In B. Gawronski, & B. K. Payne (Eds.), *Handbook of implicit social cognition: Measurement, theory, and applications*. New York, NY: Guilford Press.
- De Houwer, J. (2006). What are implicit measures and why are we using them. In R. W. Wiers & A. W. Stacy (Eds.), *The handbook of implicit cognition and addiction*, 11—28. Thousand Oaks, CA: Sage Publishers.
- De Houwer, J. (2003). The Extrinsic Affective Simon Task. *Experimental Psychology*, 50, 77—85.

- de Jong, P. J., Wiers, R. W., van de Braak, M. Huijding, J. (2007). Using the Extrinsic Affective Simon Test as a measure of implicit attitudes towards alcohol: Relationship with drinking behavior and alcohol problems, 32, 881—887.
- De Kerckhove, D. (1995). *The skin of culture: Investigating the new electronic reality*, Somerville, Toronto, CA.
- De Kerckhove, D. (1991). *Brainframes. Technology, mind and business*. Bosch & Keuning, Utrecht, NL.
- Dennett, D. (1995). *Darwin's dangerous idea*. New York Simon & Schuster.
- Dennett, D. C. (1969). *Content and consciousness*. Oxford, England: Humanities Press.
- Dentale, F., & Gennaro, A. (2005). *Inconscio. Fra ricerca clinica e scienza cognitiva*. Bologna: Il Mulino.
- Dodge, R., Cline, T. S. (1901). The angle velocity of eye movements. *Psychological Review*, 8, 145—157.
- Doll, T. J. (1993). *Preattentive processing in visual search*. 37th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society: HFES'93; 11—15 Oct 1993; Seattle, WA; 1291—1294.
- Dovidio, J.F., Kawakami, K., & Gaertner, S.L. (2002). Implicit and explicit prejudice and interracial interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 82, 62—68.
- Draine, S. C., & Greenwald, A. G. (1998). Replicable unconscious semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 286—303.
- Duchowski, A. T. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 34, 455—470.
- Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace.
- Eder, A.B., Rothermund, K. (2008). When do motor behaviors (mis)match affective stimuli? An evaluative coding view of approach and avoidance reactions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(2), 262—81.
- Edwards, A. L. (1957). *Techniques of attitude scale construction*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Ellis, S., Candrea, R., Misner, J., Craig, C. S., Lankford, C. P. (1998). *Windows to the soul? What eye movements tell us about software usability*. 7th Annual

Conference of the Usability Professionals Association Conference: UPA '98; 22—26 Jun 1998; Washington, DC: UPA Press; 151—178.

- Eriksen, C. W. (1963). Discrimination and Learning without awareness: A methodological survey and evaluation. *Psychological Review*, 67, 279—300.
- Fazio, R. H. (2007). Attitudes as object-evaluation associations of varying strength. *Social Cognition*, 25, 603—637.
- Fazio, R. H. (1998). Further evidence regarding the multiple category problem: The roles of attitude accessibility and hierarchical control. In R. S. Wyer (Ed.), *Stereotype activation and inhibition: Advances in social cognition*, 11, 97—108. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Fazio, R. H. (1990). Multiple processes by which attitude guide behavior: The MODE model as an integrative framework. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, 22, 75—109. San Diego, CA: Academic Press.
- Fazio, R. H., Sanbonmatsu, D. M., Powell, M. C., & Kardes, F. R. (1986). On the automatic activation of attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 229—238.
- Fazio, R. H., & Zanna, M. P. (1981). Direct experience and attitude-behavior consistency. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, 14, 161—202. New York: Academic Press.
- Federici, S., Scherer, M. J. (2012) (Eds.) *Assistive technology assessment: a handbook for professionals in disability, rehabilitation and health professions*. London, UK: CRC Press.
- Federici, S., Corradi, F., Mele, M. L., & Miesenberger, K. (2011). *From cognitive ergonomist to psychotechnologist: A new professional profile in a multidisciplinary team in a centre for technical aids*. Paper presented at the 11th European Conference for the Advancement of Assistive Technology: AAATE 2011, Maastricht, NL.
- Federici, S., Borsci, S., Mele, M. L., & Stamerra, G. (2010a). Web Popularity: An Illusory Perception of a Qualitative Order in Information. *Universal Access in the Information Society*, 9 (4), 375—386.
- Federici, S., Borsci, S., & Mele, M. L. (2010b). Usability evaluation with screen reader users: a video presentation of the PCTA's experimental setting and rules. *Cognitive Processing*, 11(3):285—8.
- Federici, S., Borsci, S., Mele M. L., Stamerra, G. (2008). Global Rank: tra popolarità e qualità dei siti Web, *Psicotech*, 1828—5171.

- Field, M., Munafò, M. R., & Franken, I. H. A. (2009). A meta-analytic investigation of the relationship between attentional bias and subjective craving in substance abuse. *Psychological Bulletin*, 135, 589—607.
- Field, M., & Cox, W. M. (2008). Attentional bias in addictive behaviors: A review of its development, causes, and consequences. *Drug and Alcohol Dependence*, 97, 1—20.
- Fioravanti, F., Inchingolo, P., Pensiero, S., Spanio, M. (1995). Saccadic eye movement conjugation in children. *Vision Research*, 35, 3217—28.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fodor, J. A. (1975). *The language of thought*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Förster, J., & Strack, F. (1998). Motor actions in retrieval of valenced information: II. *Boundary conditions for motor congruence effects*. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 1423—1426.
- Franken, I. H. A. (2003). Drug craving and addiction: Integrating psychological and neuropsychopharmacological approaches. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 27, 563—579.
- Freud, S. (1896). Further remarks on the neuro-psychoses of defence. In J. Strachey (Ed.), *The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud*, 3, 159—185. London: Hogarth Press.
- Friese, M., Bargas-Avila, J., Hofmann, W., Wiers, R. W. (2010). Here's Looking at You, Bud: Alcohol-Related Memory Structures Predict Eye Movements for Social Drinkers with Low Executive Control. *Social Psychological and Personality Science*, 1(2), 143—151.
- Gaertner, S. L., & McLaughlin, J. P. (1983). Racial stereotypes: Associations and ascriptions of positive and negative characteristics. *Social Psychology Quarterly*, 46, 23—30.
- Galimberti, U. (1990). *Dizionario di Psicologia*, Torino, UTET.
- Gallese, V. (2003). The manifold nature of interpersonal relations: The quest for a common mechanism. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 358, 517—528.
- Gawronski, B., & Sritharan, R. (2010). Formation, change, and contextualization of mental associations: Determinants and principles of variations in implicit measures. In B. Gawronski & B. K. Payne (Eds.), *Handbook of implicit*

social cognition: Measurement, theory, and applications, 216—240. New York: Guilford Press.

- Gawronski, B., & Bodenhausen, G. V. (2006). Associative and propositional processes in evaluation: An integrative review of implicit and explicit attitude change. *Psychological Bulletin*, 132, 692—731.
- Gawronski, B., Hofmann, W., & Wilbur, C. (2006). Are "implicit" attitudes unconscious? *Consciousness & Cognition*, 15, 485—499.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, Houghton Mifflin.
- Gillian, D. J., & Lewis, R. (1994). A componential model of human interaction with graphs: 1. Linear regression modeling. *Human Factors*, 36, 419—440.
- Glenberg, A. M., & Robertson, D. A. (2000). Symbol grounding and meaning: A comparison of high-dimensional and embodied theories of meaning. *Journal of Memory & Language*, 43, 379—401.
- Glenberg, A. M., & Robertson, D. A. (1999). Indexical understanding of instructions. *Discourse Processes*, 28, 1—26.
- Glenberg, A. M. (1997). What memory is for. *Behavioral & Brain Sciences*, 20, 1—55.
- Glöckner, A., & Herbold, A. K. (2008). Information processing in decision under risk: Evidence for compensatory strategies based on automatic processes. *MPI Collective Goods Preprints*.
- Goldberg, J. H., Stimson, M. J., Lewenstein, M. Scott, N., & Wichansky, A. M. (2002). *Eye tracking in web search tasks: Design implications*. In Proceedings of the Eye Tracking Research & Applications Symposium 2002, 51—58. New York ACM.
- Goldberg, J. H., Kotval, X. P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 631—645.
- Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15, 20—25.
- Graf, P., & Schacter, D. (1985). Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11, 501—518.
- Gredebäck, G., von Hofsten, C. (2004). Infants' evolving representations of object motion during occlusion: a longitudinal study of 6- to 12-month-old infants. *Infancy*, 6(2), 165—184.

- Greeno, J. G., & Moore, J. L. (1993). Situativity and symbols: Response to Vera and Simon. *Cognitive Science*, 17, 49—59.
- Greenwald, A. G., Banaji, M. R., Rudman, L. A., Farnham, S. D., Nosek, B. A., & Mellott, D. S. (2002). A unified theory of implicit attitudes, stereotypes, self-esteem, and self-concept. *Psychological Review*, 109, 3—25.
- Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (2005). Implicit Social Cognition: Attitudes, Self-Esteem, and Stereotypes. *Psychological Review*, 102, 4—27.
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. K. L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: *The Implicit Association Test*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1464—1480.
- Greenwald, A. G., & Banaji, M. R. (1995). Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes. *Psychological Review*, 102, 4—27.
- Guérard, K., Tremblay, S., Saint-Aubin, J. (2009). The processing of spatial information in short-term memory: insights from eye tracking the path length effect. *Acta Psychologica*, 132, 136—144.
- Guilford, J. P. (1954). *Psychometric Methods*. McGraw-Hill Education.
- Hansen, D. W., Ji, Q. (2010). In the eye of the beholder: a survey of models for eyes and gaze. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 32, 478—500.
- Harnad, S. (1990). The symbol grounding problem. *Physica*, 42, 335—346.
- Harrison, W. J., Thompson, M. B., Sanderson, P. M. (2010). Multisensory integration with a head-mounted display: background visual motion and sound motion. *Human Factors*, 52, 78—91.
- Hatfield, E., Cacioppo, J. T., & Rapson, R. L. (1992). Primitive emotional contagion. In M. S. Clark (Ed.), *Review of personality and social psychology: Vol. 14: Emotions and social behavior*, 151—177. Newbury Park, CA: Sage.
- Haseyama, M., Kaneko, C. (2005). A robust human-eye tracking method in video sequences. 12th IEEE International Conference on Image Processing: ICIP'05; 11—14 Sep 2005; Genoa, IT; 2, 362—365.
- Hashiba, M., Matsuoka, T., Baba, S., Watanabe, S. (1996). Non-visually induced smooth pursuit eye movements using sinusoidal target motion. *Acta Otolaryngologica*, 525, 158—162.
- Henderson, J. M., Weeks, P. A., Hollingworth, A. (1999). The effects of semantic consistency on eye movements during complex scene viewing. *Journal of*

Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 25, 210—228.

- Henke, K. (2010). A model for memory systems based on processing modes rather than consciousness. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 523—532.
- Hilgard, E. R. (1977). *Divided consciousness: Multiple controls in human thought and action*, New York, Wiley-Interscience.
- Hogg, M., & Vaughan, G. (2005). *Social Psychology (4th edition)*. London: Prentice-Hall.
- Huey, E. B. (1968) *The psychology and pedagogy of reading*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Humphrey, K., Underwood, G. (2009). Domain knowledge moderates the influence of visual saliency in scene recognition. *British Journal of Psychology*, 100, 377—398.
- Hunnus, S., Geuze, R. H. (2004). Developmental changes in visual scanning of dynamic faces and abstract stimuli in infants: a longitudinal study. *Infancy*, 6(2), 231—255.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hutchinson, T. E., White, K. P., Martin, W. N, Reichert, K. C., Frey, L. A. (1989). Human-computer interaction using eye-gaze input. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 19(6), 1527—1534.
- Hutchison, W. D., Davis, K. D., Lozano, A. M., Tasker, R. R., & Dostrovsky, J. O. (1999). Pain-related neurons in the human cingulate cortex. *Nature-Neuroscience*, 2, 403—405.
- Iacoboni M., Molnar-Szakacs I., Gallese V., Buccino G., Mazziotta J. C., Rizzolatti G. (2005). Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLoS biology*, 3, 529—535.
- ISO 9241-11. (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals - Part 11 Guidance on usability.
- Jabbi, M., Swart, M., & Keysers, C. (2007). Empathy for positive and negative emotions in the gustatory cortex. *Neuroimage*, 34, 1744—1753.
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2006). Neural circuits involved in imitation and perspective-taking. *NeuroImage*, 31, 429—439.
- Jacob, R. J. K. (1991). The use of eye movements in human-computer interaction techniques: what you look at is what you get. *Transactions on Information Systems*, 152—169.

- Jacoby, L. L., Toth, J. P., Lindsay, D. S., & Debnar, J. A. (1992). Lectures for a layperson: Methods for revealing unconscious processes. In R. F. Bornstein & T. S. Pittman (Eds.), *Perception without awareness*, 81—120. New York: Guilford Press.
- James W. (1890). *The principles of psychology (2 vols.)*. New York: Henry Holt.
- Javal, E. (1900). Essay on the physiology of reading. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 10, 381—384.
- Jay, C., Stevens, R., Glencross, M., Chalmers, A., Yang, C. (2007). How people use presentation to search for a link: expanding the understanding of accessibility on the web. *Universal Access in the Information Society*, 6, 307—320.
- Jeannerod, M. (1997). *The cognitive neuroscience of action*. Cambridge, MA: Blackwell.
- Johnson, S. P., Slemmer, J. A., Amso, D. (2009). Where infants look determines how they see: eye movements and object perception performance in 3-month-olds. *Infancy*, 6(2), 185—201.
- Jung, C. G. ([1921] 1971). *Psychological Types, Collected Works, Volume 6*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87, 329—354.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1975). *Eye fixations and cognitive processes. Report*. Pittsburgh, PA: Carnegie-Mellon University, Department of Psychology.
- Kihlstrom, J. F. (1999). The rediscovery of the unconscious. In F. J. McGuigan, *Lecture on Understanding the Human Mind*, presented at the annual meeting of the American Psychological Association, Boston.
- Kim, S. M., Sked, M., Ji. Q. (2004). *Non-intrusive eye gaze tracking under natural head movements*. 26th Annual International Conference of the IEEE on Engineering in Medicine and Biology Society: IEMBS'04; 1—5 Sep 2004; San Francisco, CA; 2271—2274.
- Kirsh, D., & Maglio, P. (1994). On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive Science*, 18, 513—549.
- Knutson, K.M., Mah, L., Manly, C.F., & Grafman, J. (2007). Neural correlates of automatic beliefs about gender and race. *Human Brain Mapping*, 28, 915—930.

- Kohler E., Keysers C., Umiltà M. A., Fogassi L., Gallese V., Rizzolatti G. (2002). Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science*;297, 846—848.
- Lane, K. A., Banaji, M. R., Nosek, B. A., & Greenwald, A. G. (2007). Understanding and using the Implicit Association Test: IV. What we know (so far). In B. Wittenbrink & N. Schwarz (Eds.), *Implicit measures of attitudes*, 59—102. New York: Guilford Press.
- Lavender, T., Hommel, B. (2007). Affect and action: towards an event-coding account. *Cognition and Emotion*, 21(6), 1270—96.
- Lieberman, M. D., (2000). Intuition: A social cognitive neuroscience approach. *Psychological Bulletin*, 126, 109—137.
- Loftus, G. R., Mackworth, N. H. (1978). Cognitive determinants of fixation location during picture viewing. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 4, 565—572.
- Louvet, E., & Rohmer, O. (2009). Describing persons with disability: Saliency of disability, gender, and ethnicity. *Rehabilitation Psychology*, 54(1), 6—82.
- Manh Duong, P., Quang Vinh, T., Hara, K., Inagaki, H., Abe, M. (2008). *Easy-setup eye movement recording system for human-computer interaction*. IEEE International Conference on Research, Innovation and Vision for the Future: RIVF'08; 13—17 Jul 2008; Ho Chi Minh City, VN; 292—297.
- Markman, A. B., Brendl, C. M. (2005). Constraining theories of embodied cognition. *Psychological Science*, 16(1), 6—10.
- Markman, A. B., & Dietrich, E. (2000). In defense of representation. *Cognitive Psychology*, 40, 138—171.
- Markov, A.A., Howard, R. A. (1971). Extension of the limit theorems of probability theory to a sum of variables connected in a chain. In R. A. Howard (Ed.). *Dynamic probabilistic systems*, 552—577. New York, NY: John Wiley & Sons Inc.
- McCall, C., Tipper, C. M., Blascovich, J., & Grafton, S. T. (2011). Attitudes trigger motor behavior through conditioned associations: Neural and behavioral evidence. *Social, Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(7), 841—849.
- McCauley, C., Parmelee, C. M., Sperber, R. D., & Carr, T. H. (1980). Early extraction of meaning from picture and its relation to conscious identification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 265—276.

- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1985). Distributed memory and the representation of general and specific information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 159—197.
- McGuire, W. J. (1985). Attitudes and attitude change. In G. Lindzey & E. Aronson (Eds.), *Handbook of social psychology*, 2, 233—346. New York: Random House.
- Mele, M. L., & Federici, S. (2012a). Gaze and Eye-Tracking Solutions for Psychological Research. *Cognitive Processing*, 13(1), 261—265.
- Mele, M. L., & Federici, S. (2012b). A psychotechnological review on eye-tracking systems: Towards user experience. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 7(4), 261—281.
- Mele M. L., Federici, S., Borsci, S., Liotta, G. (2012). User Experience Evaluation of WhatsOnWeb: A Sonificated Visual Web Search Clustering Engine. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, 4, 352—357.
- Mele, M. L., Borsci, S., & Federici, S. (2011a). *Searching by Hearing: Neutralising Visuocentric Barriers to Blind People's Access to Spatial Information Representation*. Paper presented at the 16th International Association of Psychology & Psychiatry for Adults & Children Conference: APPAC '11, Athens, GR.
- Mele, M. L., Federici, S., & Borsci, S. (2011b). *Searching-by-Hearing: Sonification of the Search Engine WhatsOnWeb through a User Experience Design Process*. Paper presented at the International Conference on Universal Learning Design: ULD '11, Brno, CZ.
- Mele, M. L., Federici, S., Borsci, S., & Liotta, G. (2010). *Beyond a Visuocentric Way of a Visual Web Search Clustering Engine: The sonification of WhatsOnWeb*. In 12th International Conference on Computers Helping People with Special Needs. Vienna, Austria.
- Mele, M. L., Borsci, S., Rugo, A., Federici, S., Liotta, G., Trotta, F., & Di Giacomo, E. (2009). *An Accessible Web Searching: An On-going Research Project*. In R. A. Cooper, (Eds.), *Assistive Technology Research Series: Vol. 25. Assistive Technology from Adapted Equipment to Inclusive Environments*, AAATE 2009, 854. Amsterdam, NL: IOS Press.
- Mierke, J., & Klauer, K. C. (2001). Implicit association measurement with the IAT: Evidence for effects of executive control processes. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 48, 107—122.
- Miesenberger K., Corradi F., Mele M.L. (2012). The Psychotechnologist: a new profession in the assistive technology assessment. In S. Federici, M.J.

Scherer, (Eds). *Assistive technology assessment: a handbook for professionals in disability, rehabilitation and health professions*. London, UK: CRC Press.

- Morin, A. (2006). Levels of Consciousness and Self-Awareness: A Comparison and Integration of Various Views. *Consciousness and Cognition*, 15 (2), 358—371.
- Murray, H. A. (1943). *Thematic apperception test manual*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Neely, J. H. (1977). Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106, 226—254.
- Neumann, R., & Strack, F. (2000). “Mood contagion”: The automatic transfer of mood between persons. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79, 211—223.
- Newell, A. (1990). *Unified theories of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1976). Computer science as empirical inquiry: Symbols and search. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 19(3), 113—126.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Niedenthal, P. M., Barsalou, L. W., Winkielman, P., Krauth-Gruber, S., & Ric, F. (2005). Embodiment in attitudes, social perception, and emotion. *Personality and Social Psychology Review*, 9, 184—211.
- Nielsen, J., Pernice, K. (2009). *Eyetracking web usability*. Berkeley, CA: New Riders.
- Nisbett, R. E., & Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84, 231—259.
- Norman, A. D. (1995). On the difference between research and practice. *Ergonomics in Design* 3, 35—36.
- Norman, A. D., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz e D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation. Advances in research and theory*, 4, 1—18. New York: Plenum Press.

- Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2009). Implicit attitude. In P. Wilken, T. Bayne, & A. Cleeremans (Eds.), *Oxford Companion to Consciousness*, 84—85. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Nosek, B. A. (2007). Understanding the individual implicitly and explicitly. *International Journal of Psychology*, 42, 184—188.
- Nosek, B. A., & Smyth, F. L. (2007). A multitrait-multimethod validation of the Implicit Association Test: Implicit and explicit attitudes are related but distinct constructs. *Experimental Psychology*, 54, 14—29.
- Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2001). The go/no-go association task. *Social Cognition*, 19(6), 625—666.
- O'Regan, J. K. (1992). Solving the “real” mysteries of visual perception: The world as an outside memory. *Canadian Journal of Psychology*, 46, 461—488.
- Oberman, L. M., Pineda, J. A., & Ramachandran, V. S. (2007). The human mirror neuron system: A link between action observation and social skills. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2(1), 62—66.
- Olivetti Belardinelli, M. (1973). *La costruzione della realtà come problema psicologico*. Bollati Boringhieri, Torino.
- Olson, M. A., & Fazio, R. H. (2001). Implicit attitude formation through classical conditioning. *Psychological Science*, 12, 413—417.
- Olson, J. M., & Zanna, M. P. (1993). Attitudes and attitude change. *Annual Review of Psychology*, 44, 117—154.
- Osgood, C. E. (1957). A behavioristic analysis of perception and language as cognitive phenomena. *Contemporary Approaches to Cognition*, 75—118, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Osgood, C. E. (1953). *Method and theory in experimental psychology*. New York: Oxford University Press.
- Ostrom, T. M. (1969). The relationship between the affective, behavioral, and cognitive components of attitude. *Journal of Experimental Social Psychology*, 5, 12—30.
- Paulhus, D. L. (1991). Measurement and control of response bias. In J. P. Robinson, P. R. Shaver & L. S. Wrightsman (Eds.), *Measures of personality and social psychological attitudes*, 17—59. San Diego, CA: Academic Press.
- Parkhurst, D., Law, K. & Niebur, E. (2002). Modeling the role of salience in the allocation of overt visual attention. *Vision Research*, 42, 107—123.

- Parmentier, F. B. R., Elford, G., & Maybery, M. T. (2005). Transitional information in spatial serial memory: Path characteristics affect recall performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 412—427.
- Payne, B. K., Cheng, S. M., Govorun, O., & Stewart, B. D. (2005). An inkblot for attitudes: Affect misattribution as implicit measurement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 89, 277—293.
- Perugini, M., Richetin, J., Zogmaister, C. (2010). Prediction of behaviour. In Gawronski, B., Payne, B. K. (Eds.), *Handbook of Implicit Social Cognition: Measurement, Theory and Applications*, 255—277. Guilford Press, New York.
- Pfeifer, R., & Scheier, C. (1999). *Understanding intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Piaget, J. (1936). *Origins of intelligence in the child*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Poldrack, R. A., & Foerde, K. (2007). Category learning and the memory systems debate. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32, 197—205.
- Price, D., Kaputa, D., Sierra, D.A., Enderle, J. (2009). Infrared-based eye-tracker system for saccades. IEEE 35th Annual Northeast Bioengineering Conference: NEBC'09; 3—5 Apr 2009; Boston, MA; 1—2.
- Pylyshyn, Z. W. (1984). *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Pylyshyn, Z. W. (1978). Imagery and artificial intelligence. In *Perception and cognition: Issues in the foundations of psychology*, ed. C. W. Savage, University of Minnesota Press.
- Ranganath, K. A., Smith, C. T., & Nosek, B. A. (2008). Distinguishing automatic and controlled components of attitudes from direct and indirect measurement. *Journal of Experimental Social Psychology*, 44, 386—396.
- Ratwani, R. M., Trafton, J. G., Boehm-Davis, D. A. (2008). Thinking graphically: Connecting vision and cognition during graph comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 14, 36—49.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372—422.
- Riskind, J. H. & Gotay, C. C. (1982). Physical posture: Could it have regulatory or feedback effects on motivation and emotion? *Motivation and Emotion* 6, 273—298.

- Rizzolatti G., & Sinigaglia C. (2007). *Mirrors in the Brain. How our Minds share Actions and Emotions*. Oxford, Oxford University Press.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., & Gallese, V. (2002). From mirror neurons to imitation: Facts and speculations. In A. N. Meltzoff and W. Prinz (Eds.), *The imitative mind: Development, evolution, and brain bases. Cambridge studies in cognitive perceptual development*, 247—266. New York: Cambridge University Press.
- Rizzolatti, G., & Arbib, M.A. (1998). Language within our grasp. *Trends in Neurosciences*, 21, 188—194.
- Roediger, H. L., Weldon, M.S., & Challis, B. H. (1989). Explaining dissociations between implicit and explicit measures of retention: A processing account. In H. L. I. Roediger & F. I. M. Craik (Eds.), *Varieties of memory and consciousness: Essays in honor of Endel Tulving* (3–41). Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Rosenberg, M. J., & Hovland, C. I. (1960). Cognitive, affective, and behavioral components of attitudes. In C. I. Hovland, & M. J. Rosenberg (Ed.), *Attitude organization and change: An analysis of consistency among attitude components*, 1—14, New Haven, CT: Yale University Press.
- Rothermund, K., Teige-Mocigemba, S., Gast, A., & Wentura, D. (2009). Minimizing the influence of recoding processes in the Implicit Association Test: The Recoding-Free Implicit Association Test (IAT-RF). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 84—98.
- Rudman, L. A. (2004). Sources of implicit attitudes. *Current Directions in Psychological Science*, 13, 79—82.
- Rudman, L. A., & Glick, P. (2001). Prescriptive gender stereotypes and backlash toward agentic women. *Journal of Social Issues*, 57, 743–762.
- Rugo, A., Mele, M. L., Liotta, G., Trotta, F., Di Giacomo, E., Borsci, S., Federici S. (2009). A visual Sonificated Web Search Clustering Engine, *Cognitive processing*, 1612—4782, 2(10), 286—289.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning internal representations by error propagation. In Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., and the PDP Research Group (Eds), *Paralled Distributed Processing. Explorations in the Microstructure of Cognition. Volume 1: Foundations*, 318—362. The MIT Press, Cambridge, MA.
- Salman, M. S., Sharpe, J. A., Eizenman, M., Lillakas, L., Westall, C., To, T., Dennis, M., Steinbach, M. J. (2006). Saccades in children. *Vision Research*, 46, 1432—1439.

- Schacter, D. L. (1999). Implicit vs. Explicit Memory. In R. A. Wilson & F. C. Keil (Eds.), *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*, 828—829. Cambridge, MA: MIT Press.
- Schacter, D. (1987). Implicit memory: History and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 501—518.
- Segal, S. J., & Fusella, V. (1970). Influence of imaged pictures and sounds in detection of visual and auditory signals. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 458—474.
- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Shallice, T. (1982). Specific impairment of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, 298, 199—209.
- Shanks, D. R., & John M. F. S. (1994). Characteristics of dissociable human learning systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 367—395.
- Sharpe, J. A., Zackon, D. H. (1987). Senescent saccades. Effects of aging on their accuracy, latency and velocity. *Acta Oto-Laryngologica*, 104, 422—428.
- Singer, T., Seymour, B., O’Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303, 1157—1162.
- Smith, J. R., & Hogg, M. A. (2008). Social identity and attitudes. In W. Crano & R. Prislin (Eds.), *Attitudes and attitude change*, 337—360. New York: Psychology Press.
- Smith, E. R., & DeCoster, J. (2000). Dual process models in social and cognitive psychology: Conceptual integration and links to underlying memory systems. *Personality and Social Psychology Review*, 4, 108—131.
- Solarz, A.K. (1960). Latency of instrumental responses as a function of compatibility with the meaning of eliciting verbal signs. *Journal of Experimental Psychology*, 59, 239—245.
- Spivey, M. J., Tyler, M., Richardson, D. C., & Young, E. (2000). *Eye movements during comprehension of spoken scene descriptions*. Paper presented at the 22nd Annual Conference of the Cognitive Science Society, Philadelphia.
- Sriram, N., & Greenwald, A. G. (2009). The Brief Implicit Association Test. *Experimental Psychology*, 56, 283—294.
- Stanley, D., Phelps, E., and Banaji, M. (2008). The neural basis of implicit attitudes. *Current Directions in Psychological Science*, 17, 164—70.

- Starker, I., Bolt, R. A. (1990). *A gaze-responsive self-disclosing display*. SIGCHI conference on human factors in computing systems: empowering people: CHI'90; 1—5 Apr 1990; Seattle, WA: ACM; 3—9.
- Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Personality and Social Psychology Review*, 8, 220—247.
- Steels, L., & Brooks, R. (1995). *The artificial life route to artificial intelligence: Building embodied, situated agents*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stein, L. (1994). Imagination and situated cognition. *Journal of Experimental Theoretical Artificial Intelligence*, 6, 393—407.
- Teige-Mocigemba, S., Klauer, K. C., & Sherman, J. W. (2010). A practical guide to the Implicit Association Test and related tasks. In B. Gawronski & B. K. Payne (Eds.), *Handbook of implicit social cognition: Measurement, theory, and applications*, 117—139. New York: Guilford Press.
- Teige-Mocigemba, S., Klauer, K. C., & Rothermund, K. (2008). Minimizing method-specific variance in the IAT: A Single Block IAT. *European Journal of Psychological Assessment*, 24, 237—245.
- Tesser, A. (1978). Self-generated attitude change. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, 11, 229—338. New York: Academic Press.
- Thagard, P., & Millgram, E. (1995). Inference to the best plan: A coherence theory of decision Goal-driven learning. In A. Ram, & D.B. Leake (Eds.), *Goal-driven learning*, 439—454. Cambridge, MA: MIT Press.
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Theuring, C., Gredebäck, G., Hauf, P. (2007). Object processing during a joint gaze following task. *European Journal of Developmental Psychology*, 4, 65—79.
- Thurstone, L. L. (1931). The measurement of attitudes. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 26, 249—269.
- Tom, G., Pettersen, P., Lau, T., Burton, T., & Cook, J. (1991). The role of overt head movement in the formation of affect. *Basic and Applied Social Psychology*, 12, 281—289.
- Topal, C., Doğan, A., Gerek, Ö. N. (2008). *A wearable head-mounted sensor-based apparatus for eye tracking applications*. IEEE Conference on Virtual Environments, Human-Computer Interfaces and Measurement Systems: VECIMS'08; 14—16 Jul 2008; Istanbul, TR; 136—139.

- van Gelder, T., & Port, R. (1995). It's about time: An overview of the dynamical approach to cognition. In R. Port & T. van Gelder (Eds.), *Mind as motion: Explorations in the dynamics of cognition*, 1—43. Cambridge, MA: MIT Press.
- Velichkovsky, B.M. (2002). *Levels of processing: What they are about*. In M. Naveh—Benjamin, M. Moscovitch, and H. L. Roedinger, III (Eds.), *Perspectives on Human Memory and Cognitive Aging: Essays in Honour of Fergus Craik*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Wells, G. L., & Petty, R. E. (1980). The effects of overt head movements on persuasion: Compatibility and incompatibility of responses. *Basic and Applied Social Psychology*, 1, 219—230.
- Wertsch, J. V. (1998). Mediated action. In W. Bechtel & G. Graham (Eds.), *A companion to cognitive science*, 518—525. Malden, MA: Blackwell.
- Wickens, C. D., Carswell, C. M. (1994). The proximity compatibility principle: its psychological foundation and relevance to display design. *Human Factors*, 37, 473—494.
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in my insula: The common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 40, 655—664.
- Widaman, K. F. (1985). Hierarchically nested covariance structure models for multitrait-multimethod data. *Applied Psychological Measurement*, 9, 1—26.
- Wilson, T.D. (2002). *Strangers to ourselves: Discovering the adaptive unconscious*. Cambridge, MA: Belknap Press.
- Wittenbrink, B., & Schwarz, N. (2007). *Implicit measures of attitudes: Procedures and controversies*. New York: Guilford Press.
- Wittenbrink, B., Judd, C. M., & Park, B. (1997). Evidence for racial prejudice at the implicit level and its relationships with questionnaire measures. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 262—274.
- Wood, W., & Neal, D. T. (2007). A new look at habits and the interface between habits and goals. *Psychological Review*, 114, 843—863.
- World Health Organization (WHO) (2004). *A glossary of terms for community health care and services for older persons. Technical report*. Geneva, CH: WHO; 15 Jul 2004, 2011. Report No. WHO/WKC/Tech. Ser./04.2.
- Xiao, M., Wong, M., Umali, M., Pomplun, M. (2007). Using eye-tracking to study audio-visual perceptual integration. *Perception*, 36, 1391—1395.

- Ying, Q., Zhi-Liang, W., Ying, H. (2007). *A non-contact eye-gaze tracking system for human computer interaction*. International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition: ICWAPR'07; 2—4 Nov 2007; Beijing, CN; 68—72.
- Zajonc, R. B., & Markus, H. (1984). Affect and cognition: The hard interface. In C. Izard, J. Kagan, & R. B. Zajonc (Eds.), *Emotions, cognition and behavior*, 73—102. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Zanna, M. P., & Rempel, J. K. (1988). Attitudes: A new look at an old concept. In D. Bar-Tal & A. W. Kruglanski (Eds.), *The social psychology of knowledge*, 315—334. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Zhai, S., Morimoto, C., Ihde, S. (1999). *Manual and gaze input cascaded (MAGIC) pointing*. SIGCHI conference on human factors in computing systems: CHI'99; 15–20 May 1999; Pittsburgh, PA: ACM, 246—253.
- Zhang, Q., Wang, Z., Chi, J., Zhang, P., Yang, Y. (2010). *Design and calibration for gaze tracking system*. IEEE 2nd International Conference on Information Management and Engineering: ICIME'10; 16—18 Apr 2010; Chengdu, CN; 221–225.
- Zhiwei, Z., Qiang, J. (2007). Novel eye gaze tracking techniques under natural head movement. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 54, 2246—2260.
- Zhiwei, Z., Qiang, J. (2005). *Eye gaze tracking under natural head movements*. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition: CVPR'05; 20—25 Jun 2005; San Diego, CA; 918—923.