

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MACERATA



DIPARTIMENTO
SCIENZE DELL'EDUCAZIONE E DELLA FORMAZIONE

SETTORE SCIENTIFICO DISCIPLINARE DI AFFERENZA
M-PSI/01 – PSICOLOGIA GENERALE

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
**SCIENZE UMANE - PSICOLOGIA DELLA COMUNICAZIONE E DEI
PROCESSI COGNITIVI**

CICLO XXVI

TITOLO DELLA TESI
**IMITAZIONE DEI GESTI MOTORI: FARE LO STESSO O FARE
IL CONTRARIO SULLA BASE DEL SISTEMA DI
RIFERIMENTO**

RELATORE
Chiar.mo Prof. IVANA BIANCHI

DOTTORANDO
Dott. MARIA FRANCESCA
MARTELLI

COORDINATORE
Chiar.mo Prof. ANDRZEJ ZUCZKOWSKI

ANNO 2014

INDICE

INTRODUZIONE	pag. 3
1. CAPITOLO UNO: L'IMITAZIONE DEL MOVIMENTO	pag. 6
1.1 PERCEZIONE E QUALITA' FENOMENICHE.....	pag. 6
1.2 GESTO E AZIONE.....	pag. 9
1.3 MODELLO PERCEZIONE-AZIONE.....	pag. 10
1.4 IMITAZIONE.....	pag. 16
1.5 LETTERATURA SULL'IMITAZIONE.....	pag. 22
1.5.1 LA TEORIA DEI NEURONI SPECCHIO.....	pag. 22
1.5.2 SISTEMA DI RIFERIMENTO ACCOCENTRICO/EGOCENTRICO.....	pag. 25
1.5.3 COMPATIBILITA' SPAZIALE STIMOLO-RISPOSTA.....	pag. 29
2. CAPITOLO DUE: APPLICAZIONI PRATICHE	pag. 32
2.1 DANZA.....	pag. 32
2.2 PERFORMANCE ARTISTICHE E INGEGNERIA APPLICATA.....	pag. 42
2.3 SPORT E FISIOTERAPIA.....	pag. 50
2.3.1 SPORT.....	pag. 50
2.3.2 FISIOTERAPIA E RIABILITAZIONE.....	pag. 55
2.3.3 FITNESS.....	pag. 57

3. CAPITOLO TRE: PARTE SPERIMENTALE.....	pag. 62
3.1 IPOTESI SPERIMENTALE.....	pag. 62
3.2 METODO.....	pag. 63
3.3 ANALISI E DISCUSSIONE DEI RISULTATI.....	pag. 72
3.3.1 ANALISI E DISCUSSIONE DEL TIPO DI RISPOSTA.....	pag. 72
3.3.2 ANALISI E DISCUSSIONE DEI TEMPI DI RISPOSTA.....	pag. 80
3.3.3 ANALISI E DISCUSSIONE DEL RATING DI CERTEZZA-INCERTEZZA.....	pag. 84
3.4 DISCUSSIONE GENERALE.....	pag. 85
 CONCLUSIONI.....	 pag. 88
 BIBLIOGRAFIA.....	 pag. 91

INTRODUZIONE

Il tema dell'imitazione, in particolare nella condizione di frontalità fra due soggetti, sembra essere fondamentale in molte situazioni di quotidianità, che prevedono l'interazione fra due o più individui: spesso infatti, ci troviamo a chiedere un'informazione a qualcuno per strada e l'interazione coinvolge gesti imitativi nei confronti del luogo indicato, o qualcuno ci tende una mano da stringere per presentarsi e noi a nostra volta porghiamo la nostra o in palestra ci troviamo a dover seguire una lezione di Danza o di Fitness che prevede di guardare cosa l'altro fa per poi riprodurlo, ecc. In tutte queste e molte altre situazioni di fatto abbiamo a che fare con l'imitare e con le questioni che, consapevoli o no, l'imitazione comporta.

In quanto Trainer di Fitness Musicale questo tema mi ha subito colpito e ho notato che in alcune particolari condizioni l'imitazione durante la lezione non è così spontanea e genuina come si potrebbe pensare. Scandagliando la letteratura sull'imitazione in psicologia è emerso da un lato il ruolo pregnante dei sistemi di riferimento e in particolare di quello egocentrico (detto anche "anatomico") che fa perno sullo schema corporeo del soggetto e che riporta ogni tipo di risposta sulle sue proprie coordinate spaziali. Dall'altro è emerso un interesse, sul fronte delle neuroscienze, alla funzione e al ruolo dei cosiddetti "neuroni specchio" (Di Pellegrino, Fadiga, Fogassi, Gallese & Rizzolatti, 1992; Rizzolatti, Fadiga, Gallese & Fogassi, 1996; Rizzolatti, Gallese & Fogassi, 2001; Koski, Iacoboni, Dubeau, Woods & Mazziotta, 2003) e della cosiddetta compatibilità spaziale stimolo-risposta (Umiltà & Nicoletti, 1990; Heyes & Ray, 2004; Bosbach, Prinz & Kerzel, 2004).

In tutti questi contesti è risultato trascurato e sottovalutato un aspetto che pare tuttavia importante e pregnante dell'esperienza imitativa che è l'elemento della contrarietà. Nella situazione di frontalità, infatti, è evidente che nel momento in cui si è chiamati ad imitare un gesto non c'è un rimando univoco all'identità fra il modello e il soggetto; ad es. se il modello alza il suo braccio destro, non è detto che per il soggetto la risposta corretta sia necessariamente quella di sollevare il proprio braccio destro (così come previsto dal sistema di riferimento egocentrico). Non è scontato

considerare il sistema di riferimento egocentrico come l'unico proprio perché se è vero che c'è una corrispondenza anatomica fra effettori, allo stesso tempo questa risposta mette in scena una forte contrarietà di orientamento nello spazio. Il fatto di considerare anche l'ancoramento ambientale, oltre che quello centrato sull'anatomicità del soggetto, rimescola le carte in tavola e apre a nuove riflessioni sul modo di relazionarsi, nella situazione di frontalità, fra due o più soggetti.

Indagare in che modo i sistemi di riferimento possono influenzare la velocità e l'accuratezza delle risposte di imitazione e di opposizione, in condizioni così comuni e frequenti nella vita di tutti i giorni, oltre che essere di interesse per la ricerca di base potrebbe avere degli interessanti risvolti anche di tipo applicativo. Ad esempio, potrebbe offrire dei suggerimenti per agevolare la comunicazione fra due o più persone in molti campi come ad esempio lo Sport (tennis, boxe, rugby, pallavolo, ecc.), e quindi migliorarne anche la didattica, così come in altre attività come la danza e il fitness e in generale in tutte quelle discipline che hanno a che fare con il corpo e con la riproduzione di gesti motori (come nella fisioterapia e nella riabilitazione, intese come lavoro sul corpo uno-a-uno).

Inoltre una tale indagine potrebbe dare un contributo anche alla progettazione di piattaforme e strumenti tecnologici che si basano sull'imitazione (ad esempio dispositivi per il motion capture o consolle di gioco con sensori di movimento o per la realizzazione di performance artistiche che puntano al massimo coinvolgimento emotivo dello spettatore – Camurri, Mazzarino, Trocca & Volpe, 2001; Camurri, Mazzarino & Volpe, 2004).

A partire da queste riflessioni è stata ideata e condotta una ricerca sperimentale con l'obiettivo di verificare se i soggetti adulti quando si trovano nella condizione di frontalità (180°) e devono “fare lo stesso” o “fare il contrario” di un gesto prodotto da un modello, fanno appello al loro proprio sistema di riferimento egocentrico, basato sulle coordinate corporee (destra-sinistra, sopra-sotto, e avanti-dietro), o se prevale invece l'ancoramento ambientale (verso est-verso ovest, verso su-verso giù, verso sud-verso nord), cioè il sistema di riferimento allocentrico.

Diversi studi precedenti suggeriscono che nell'imitazione si passa evolutivamente da una risposta inizialmente allocentrica (prevalente a 6-8 anni) ad una risposta prevalentemente egocentrica - ormai affermata a 16-18 anni (Press, Ray

& Heyes, 2009), benché tracce di risposte allocentriche permangano negli adulti in alcuni compiti (Avikainen, Wohlschlaeger, Liuhanen, Hanninen & Hari 2003; Chiavarino, Apperly & Humphreys, 2007; Belopolsky, Olivers & Theeuwes, 2008). Alcuni primi studi sulla contrarizzazione (Bianchi & Savardi, 2008; Bianchi, Savardi, Burro & Martelli, submitted) suggerirebbero invece che il prevalere delle risposte egocentriche coesisterebbe tuttavia con un ruolo più accentuato dello spazio allocentrico quando si tratta di fare il contrario. La ricerca presentata in questa tesi ha contribuito ad approfondire la validità e generalizzabilità di quest'ultimo risultato, prevedendo condizioni di imitazione e contrarizzazione (tipo di gesti, relazione temporale tra i gesti) non perlustrati prima e introducendo lo studio dei tempi di risposta per valutare l'automaticità dei movimenti – anche questo non usato nei precedenti lavori sul “fare il contrario” del gesto mostrato dal modello.

CAPITOLO UNO: L'IMITAZIONE NEL MOVIMENTO

1.1 PERCEZIONE E QUALITÀ FENOMENICHE

L'essere umano è costantemente sottoposto ad informazioni esteroceettive provenienti dal contesto ambientale in cui si trova. Tali stimolazioni percettive permettono di assimilare il mondo circostante e di conseguenza di poter interagire e muoversi al suo interno. La relazione tra percezione e azione, quindi, è determinante per la comprensione ed il controllo dell'attività motoria e, pertanto, è di estrema importanza un'opportuna acquisizione percettiva dell'ambiente esterno per riuscire ad eseguire, in modo corretto, il gesto più adeguato alla situazione.

Emerge, quindi, che i processi percettivi e la loro influenza nelle attività cognitive e motorie svolgono un ruolo fondamentale nella vita di tutti i giorni e, a maggior ragione, nelle prestazioni sportive. Infatti, un atleta deve elaborare un gran numero di informazioni sensoriali per analizzare la specifica fase di gara e, dunque, riuscire a prevedere i movimenti del suo avversario per mettere in atto la risposta più opportuna nel più breve lasso di tempo come nel tennis, nella pallavolo o modificare il suo gesto motorio adattandolo ai cambiamenti della situazione di gioco come nel caso del movimento di evitamento nella boxe o nella scherma oppure ancora di imitare in maniera sincrona i movimenti dell'insegnante\istruttore come nella danza o nel fitness.

La percezione delle informazioni ambientali fornisce dunque agli esseri viventi le capacità per muoversi ed interagire all'interno del mondo circostante. La principale fonte di informazione per un individuo umano normodotato risulta senz'altro essere la vista, in quanto permette di acquisire fondamentali indicazioni riferite alle caratteristiche strutturali degli oggetti: forma, colore, dimensioni, posizione nello spazio, orientamento; e a quelle riguardanti il movimento: velocità, direzione, andamento. Tale attività percettiva, quindi, ci consente di diventare consapevoli dell'esistenza delle cose esterne, delle loro caratteristiche, delle loro relazioni e posizioni. Attraverso la percezione infatti possiamo cogliere nella sua immediatezza l'evento sotto osservazione, "ciò che si vede" (Bozzi 1989) e acquisire

delle indicazioni qualitative dell'esperienza percettiva che è opportunamente definibile come qualitativa anche quando sotto osservazione vi è l'esperienza della quantità. L'approccio fenomenologico infatti parte dal presupposto che ogni cosa osservata è primariamente colta con i nostri occhi. Prima ancora e indipendentemente dall'ausilio di strumenti di precisione, l'approccio con ciò che è fuori, più o meno prossimo a noi, avviene attraverso i sensi umani e in particolare (come nel caso delle azioni) attraverso la vista, il che non può escludere una valutazione implicita di tipo qualitativo.

Tali considerazioni sui processi visivi sono state sviluppate già nei primi decenni del '900 con la psicologia della Gestalt il cui approccio è di tipo olistico e sostiene che i fenomeni percettivi hanno un carattere unitario e vanno considerati in modo globale; si ritiene, inoltre, che tali fenomeni comportino dei processi attivi e creativi che vanno ben oltre la semplice acquisizione delle informazioni fornite dalla retina, evidenziando, in questo modo, una differenza tra realtà fisica e realtà fenomenica. La teoria della Gestalt individua nelle proprietà che la realtà rivela fenomenicamente, l'oggetto stesso della sua analisi e in questo senso è "sotto osservazione" il mondo intero così come si presenta a qualsiasi soggetto, in virtù della propria dotazione sensoriale.

Ogni evento sotto osservazione in questo senso è caratterizzato da alcune proprietà che emergono dalla struttura globale dell'evento dette "qualità gestaltiche" o "qualità formali". Metzger sostiene che le proprietà di questo tipo sono legate agli effetti che gli oggetti provocano sui sentimenti del percipiente, dei sentimenti suscitati nel soggetto dal suo rapporto con gli oggetti, perciò si tratta di qualità di relazione, interattive.

La teoria della Gestalt sostiene che le qualità formali identificano l'evento, cioè che quelle proprietà non sono proprietà di qualcos'altro ma esse sono l'evento stesso. Con il termine "qualità formali" infatti, si indicano quelle proprietà della realtà che esprimono qualcosa di diverso dalla somma delle parti (Ehrenfels, 1980). La teoria della gestalt individua esattamente nelle proprietà che la realtà rivela fenomenicamente, l'oggetto della sua analisi. Esse rappresentano il mondo così come si presenta a qualsiasi soggetto in virtù della sua dotazione sensoriale. Secondo Ehrenfels le qualità sono fenomeniche nel senso che esistono come proprietà, che si

danno immediatamente a livello percettivo e in questa accezione sono definite positive, “incontrate” come direbbe Metzger (1971). Le qualità formali esprimono la nostra possibilità di percepire direttamente le forme spaziali, esse sono legate alla struttura, sono cioè caratteristiche tipiche della configurazione. Qualsiasi descrizione dell’esperienza percettiva è descrizione delle qualità formali che rappresentano la vera e propria identità del dato.

Nel suo esempio classico, una melodia può essere considerata come una qualità gestaltica: la sua identità non risiede nelle note individuali, né nella loro mera somma, ma nella relazione che intercorre fra loro. Si possono cambiare tutte le diverse componenti di una melodia uno dopo l’altra e percepire ancora lo stesso insieme o mantenere esattamente gli stessi elementi (note) modificando la loro sequenza ed ottenendo così due insiemi completamente diversi come risultato. Ciò che conta quindi è la relazione percepita fra le componenti. In questo contesto, la distinzione tra proprietà della parte e proprietà del tutto non si riferisce ad una definizione assoluta, ma relativa al contesto d’osservazione. Di conseguenza di volta in volta, sarà l’evidenza fenomenica il criterio cruciale per individuare se la proprietà sotto osservazione è relativa alla parte o al tutto.

Dire che le qualità formali identificano l’evento significa dire che quelle proprietà non sono le qualità di qualcos’altro ma che esse descrivono l’evento stesso. Sotto questo punto di vista, “la realtà non ha qualità ma è le sue qualità” (Bianchi & Savardi, 1996).

Mach (1982) sostiene che “il mondo che ci troviamo davanti è un piano di realtà che rappresenta il punto di partenza dal quale tutti devono cominciare. Ogni individuo trova già pronta una realtà compiuta che egli non ha deliberatamente contribuito a edificare e che accetta come un dono della natura e della civiltà. Tutti devono cominciare da qui. In che cosa consiste questa visione del mondo? Io mi trovo circondato nello spazio da vari corpi che si muovono. Questi corpi sono in parte inanimati, in parte sono piante, animali, uomini. Il mio corpo mobile nello spazio è anche per me, un oggetto che occupa una parte dello spazio sensoriale. Si trova come gli altri corpi, accanto e fuori dagli altri corpi.”¹ Tutto ciò che è descrizione dell’esperienza percettiva è descrizione di qualità formali che non

¹ Mach (1982, pag.165)

rappresentano gli attributi del dato di esperienza del fenomeno, ma gli aspetti costitutivi, l'identità vera e propria del dato.

1.2 GESTO E AZIONE

Tra le informazioni che la percezione visiva permette di cogliere (ed apprendere) ci sono gli spostamenti degli oggetti nello spazio. Nel campo del motorio spesso si utilizzano i termini “gesto” e “azione” in maniera piuttosto generica per descrivere alcuni diversi tipi di fenomeni che spaziano da un movimento diretto orientato ad un obiettivo specifico, fino a comportamenti in cui i mezzi e i fini sono temporalmente distanti. Quando si parla di “gesto” non si può inoltre prescindere dal suo carattere comunicativo. Spesso è rivolto ad un altro interlocutore che si trova a dover imitare o comunque a dare una risposta comportamentale di fronte ad un modello. Il gesto serve ad indicare, accennare, è finalizzato, produttivo, adattato. Si esaurisce in un breve momento ed è spesso localizzato (piccoli movimenti delle dita, della mano, del braccio, del piede del capo, degli occhi, ecc.). Austin suggerisce che i “gesti” sono atti fisici che equivalgono agli atti linguistici locutori o perlocutori come lanciare un pomodoro per protestare o brandire un bastone per intimidire, ecc. Questi atti sono pur sempre comunicativi in quanto nel loro contesto sono interpretati come equivalenti all'atto linguistico di protestare o intimidire.

Quando si parla di “movimenti” o “azioni” si porta invece generalmente in primo piano l'aspetto della sequenza di gesti, e quindi si operazionalizza anche il fattore temporale oltre che quello spaziale. Azioni e movimenti sono caratterizzati da continuità e varietà. Sono atti fisici che normalmente compiamo senza nessuna intenzione comunicativa e che quindi non possono essere considerati equivalenti agli atti linguistici illocutori o perlocutori. Tuttavia ciò non significa che anche all'interno dei movimenti non si celi un'intenzionalità. Lewin (1926) ad esempio analizza il concetto di azione intenzionale e sostiene che l'intenzione di agire è una forza psicologica, una pressione interna che spinge le persone a compiere un'azione tale da eliminare o almeno ridurre la tensione stessa. Per queste loro caratteristiche le

intenzioni somiglierebbero alle altre forze psicologiche che comunemente vengono chiamate “bisogni”, come la fame, la sete, ecc. Perciò Lewin considera l'intenzione di agire come un “quasi-bisogno” che cerca di essere soddisfatto mediante un'adeguata azione. In correlazione a questi quasi-bisogni, le cose, le persone, le situazioni, gli eventi, ecc. che direttamente o indirettamente riteniamo adatti a soddisfarlo, assumono per noi un determinato carattere o valenza nel senso che sembrano possedere particolari proprietà che ci “invitano a” o ci richiedono di agire di conseguenza.

Secondo Michotte (1972) il problema della percezione della causalità meccanica può essere messo in relazione con quello riguardante il legame che esiste tra le emozioni e gli eventi che sembrano provocarne la comparsa e la cui funzione è spesso espressa con formule che implicano la causalità. Questa prospettiva sembra giustificata anche dal fatto che ci sono delle analogie assai nette fra le emozioni ed i movimenti. Emozioni come “mi sento trasportato, portato verso” perciò non hanno solo un significato cinetico, ma indicano nettamente delle azioni meccaniche che fanno quindi risaltare la grandissima funzione che hanno in questo campo le impressioni cinestetiche e indicano che le emozioni presentano un aspetto motorio più o meno analogo a quello che interviene nei casi evidenti di causalità meccanica, soprattutto del tipo della propulsione. Ciò tuttavia non significa che questo particolare aspetto motorio esaurisca completamente il carattere fenomenico dell'azione.

1.3 MODELLO PERCEZIONE-AZIONE

Il movimento è strettamente legato alla percezione sensoriale, a tal punto che alcuni autori sostengono che la percezione e l'azione dovrebbero essere considerati come aspetti di una struttura funzionale unitaria (Lee & Young, 1986; Arbib, 1987; Kelso & Kay, 1987; Warren, 1988; Kelso, Del Colle & Schoner, 1990). L'approccio “Perception and Action” (Heuer e Sanders, 1987), quindi, va a considerare il rapporto tra informazione percettiva ed elaborazione psico-motoria, sottolineando l'importanza di studiare l'essere umano nel suo complesso.

Secondo Schmidt & Wrisberg (2000), infatti, il movimento risulta essere la conseguenza di una serie di processi psico-motori, quali l'identificazione dello stimolo (percezione), la selezione della risposta (decisione) e la programmazione del gesto da attuare (azione); il soggetto, quindi, si trova ad analizzare le informazioni provenienti dalla stimolazione sensoriale, decidere quale risposta deve essere messa in atto ed, infine, organizzare il sistema motorio per produrre il movimento desiderato. Tale modello, quindi, sottolinea ulteriormente che deve esser preso in considerazione non solo il singolo gesto, ma anche la situazione ambientale in cui ha luogo l'intera azione per scegliere la risposta più opportuna.

Va tenuto conto che mentre alcuni aspetti della situazione ambientale sono statici, altri si muovono nel contesto circostante con diverse direzioni e a diverse velocità. Considerando, inoltre, che il movimento può essere dovuto non solo agli spostamenti degli oggetti osservati, ma anche a quelli dell'osservatore risulta particolarmente evidente che le componenti che riguardano la percezione del movimento risultano alquanto complesse. Se già l'esecuzione di un atto motorio elementare, come ad esempio prendere un utensile tra le mani, implica il coinvolgimento di varie informazioni percettive, in quanto devono essere identificati alcuni parametri tra cui la dimensione dell'oggetto e la sua posizione all'interno dello spazio, ecc. risulta evidente che l'utilizzo del canale percettivo diventa ancora più determinante quando l'oggetto si trova in uno stato dinamico e, pertanto, l'individuo deve adattare e, a volte, sostanzialmente modificare i suoi movimenti sulla base di quello che viene rilevato dal suo sistema sensoriale.

Ciò è ben riscontrabile nella vita di tutti i giorni e soprattutto nelle attività sportive, dove l'interazione tra percezione-azione risulta essere un processo continuo, in quanto l'atleta deve interagire con oggetti e persone sempre in movimento e, allo stesso tempo essere in grado di anticipare l'azione dell'altro (evitare una collisione, intercettare un oggetto in movimento, sincronizzarsi ecc.) il che implica la pianificazione e l'esecuzione del gesto sulla base della stima del tempo di contatto. L'atleta infatti deve valutare un insieme di componenti percettive riguardanti non solo i propri movimenti, ma anche quelli relativi agli spostamenti dell'avversario e/o alla traiettoria dell'eventuale oggetto che sta utilizzando. Inoltre, il giocatore deve prendere in considerazione le eventuali variazioni della scena percettiva

(spostamento repentino dell'avversario e/o cambiamento inaspettato della direzione della palla), in modo da modificare e/o riadattare il proprio gesto motorio alla nuova condizione di gioco.

Da quanto brevemente riportato, quindi, il processo riferito alla percezione risulta fondamentale per quanto riguarda il comportamento motorio umano e, pertanto, risulta essenziale negli studi che si occupano di movimento e di sport.

Ogni evento, come ogni oggetto sotto osservazione è strettamente legato allo spazio e al tempo nel quale esso si verifica. Nel caso del corpo umano si parla generalmente di tre direzioni di sviluppo fondamentali del movimento:

- sagittale, definita da direzioni biologiche fondamentali come quella dell'asse visivo e del movimento; dal punto di vista della spazio della percezione, la caratterizzazione di questa dimensione è modulata sulla opposizione visibilità dello spazio che è davanti (di fronte) contro la non visibilità dello spazio che è dietro (alle spalle). Questa anisotropia dello spazio davanti-dietro è stata messa in luce sia in compiti mnemonici che direttamente percettivi (Bryant, Lanca e Tversky, 1995; Savardi & Bianchi, 2001);

- coronale, definita dalle direzioni di movimento laterali; permette di controllare gli spostamenti e i cambiamenti ambientali da destra e sinistra; comprende una quasi completa visibilità;

- gravitazionale, definita dal complesso di indici visivi che rendono evidente l'orientamento degli oggetti nello spazio, "obbligato" dai vincoli della gravità; per esempio, le posizioni di alberi e palazzi (Gibson, 1950; Violi, 1991). Non la gravitazione quindi intesa come legge fisica, ma l'esperienza dei suoi effetti contribuisce alla costruzione dell'identità dell'asse.

Queste tre direzioni disegnano attorno all'osservatore uno spazio che è polarizzato (davanti-dietro, destra-sinistra, sopra-sotto), anisotropo e orientato (nel senso che gli oggetti a loro volta possiedono un loro orientamento naturale nello spazio e lo spazio è naturalmente orientato nei confronti dell'osservatore).

Parlare di spazio in fenomenologia sperimentale significa parlare di spazio ecologico o spazio percettivo intendendo lo spazio così come è percepito

dall'osservatore. In questo caso quindi occorrerà scegliere un modello di coordinate spaziali il più possibilmente corrispondenti a quelle che l'osservatore esperisce nella sua descrizione della realtà, quindi che meglio di ogni altre rispecchi le informazioni che l'osservatore "incontra" nell'ambiente (Cutting e Vishton, 1995, Metzger 1941) o che per meglio dire "vanno incontro" al soggetto-osservatore come esperienza data nella relazione diretta e immediata che egli ha con il mondo.

Sotto osservazione infatti non vi è uno spazio a priori, ma l'esperienza di un ambiente spaziale. La priorità di questa esperienza di spazio è ben sottolineata da Gibson (1979): "la dottrina che non potremmo percepire il mondo che ci sta attorno a meno che non si abbia già l'idea di spazio, è priva di senso. Piuttosto è il contrario: non potremmo concepire lo spazio (vuoto) se non potessimo vedere il terreno sotto i nostri piedi e il cielo che gli sta sopra. Lo spazio è un mito, un fantasma, una finzione per i geometri."

Una caratteristica dello spazio percepito importante per i nostri discorsi è che è interosservabile. Lo spazio è interosservabile nel senso che da un certo punto di vista è uno spazio comune ad entrambi i soggetti, ma al tempo stesso si tratta dello spazio percepito e quindi la struttura dello spazio dal punto di vista dell'osservatore, il quale necessariamente non può coincidere nello stesso tempo con quello di alcun altro osservatore: "l'ambiente circostante un singolo animale è in un certo senso lo stesso che l'ambiente circostante tutti gli animali, ma in un altro senso è diverso da quello che circonda qualsiasi altro animale" (Gibson, 1979). I gradi di libertà dell'esperienza di spazio sono allora quelli imposti dalla dotazione sensoriale ordinaria del soggetto-osservatore.

Inoltre lo spazio ecologico è caratterizzato dalla reciprocità fra animale e ambiente: "si dimentica spesso che i termini animale e ambiente formano una coppia inseparabile. L'uno implica l'altro. Nessun animale può esistere senza un ambiente che lo circonda. Allo stesso modo, anche se non è altrettanto ovvio, un ambiente implica un animale (o almeno un organismo) da circondare. La reciprocità di animale e ambiente non è richiesta dalla fisica e dalle scienze fisiche. I concetti basilari di spazio, tempo, materia e energia, non conducono in modo naturale al concetto di organismo-ambiente o a quello di specie e del suo habitat. Sembrano invece condurre all'idea di un animale come oggetto estremamente complesso del mondo fisico.

L'animale è pensato come una parte altamente organizzata del mondo fisico, ma ancora una parte e ancora un oggetto. Questo modo di pensare dimentica il fatto che l'animale è circondato in un mondo particolare, che un ambiente è un ambiente per un oggetto vivente in modo diverso da quello in cui una serie di oggetti è un ambiente per un oggetto fisico" (Gibson, 1979).

L'aspetto che qui ci preme sottolineare, perché rilevante per la nostra ricerca, è che la percezione degli ambienti spaziali consiste ampiamente di esperienza di proprietà contrarie polarizzate. Il corpo stesso dell'osservatore e i corpi degli altri soggetti sono parte dell'ambiente ecologico così come tutti gli altri oggetti animati e non. La loro identità percettiva è composta da proprietà visive (che hanno colore, odore, grandezza) e caratteristiche spaziali (che occupano una posizione specifica, che hanno un preciso orientamento, che si muovono in determinate direzioni insieme o contro gli altri oggetti nell'ambiente). Le proprietà spaziali hanno quindi un'identità generalmente polarizzata cioè data una proprietà riconoscibile, generalmente si dà e viene immediatamente riconosciuta come opposta anche una proprietà contraria e talvolta si ha esperienza di proprietà intermedie tra le due (Bianchi & Savardi, 2008).

Come accennato prima il corpo umano stesso è caratterizzato da alcune strutture polarizzate fondamentali che ci consentono di parlare di uno spazio che ci sta di fronte, di uno spazio che è dietro a noi e di cui non vediamo nulla, se non girandoci, di uno spazio e di oggetti che stanno alla nostra destra e di altri oggetti che invece sono dalla parte opposta rispetto a noi, cioè alla nostra sinistra; di oggetti che sono posti sotto o in basso e di altri che stanno sopra, più o meno in alto. In questo caso, il sistema di coordinate che dimostriamo di aver naturalmente assunto (indipendentemente dall'aver o no presente qualche teoria dello spazio) vede quindi noi, come osservatori, al centro di un campo spaziale che viene poi descritto, in ogni suo punto, in riferimento diretto con questo centro. Si tratta quindi di un sistema di coordinate che non è identificato a partire da un punto qualsiasi dello spazio, ma che si organizza a partire dalla posizione del soggetto che osserva. Le espressioni «di fronte», «dietro», «destra», «sinistra», «sopra» e «sotto» si riferiscono a caratteristiche dello spazio, che esso possiede rispetto ad un oggetto il quale funge da origine del sistema di coordinate spaziali" (Koffka, 1970) . Questo tipo di spazio è

anche detto “egocentrato” o “egoriferito” il che significa che i vari luoghi dello spazio acquistano una diversa identità in funzione della loro localizzazione rispetto all’osservatore: vicini o lontani; davanti o dietro; in alto o in basso, allineati o variamente discosti dalla linea dello sguardo. “Non appena l’osservatore si muove da un punto all’altro, l’informazione ottica, l’informazione acustica e quella chimica mutano in modo concorde. Ogni potenziale punto di osservazione è unico in questo senso. La nozione di medium, dunque, non coincide con l’idea di spazio, dal momento che i punti dello spazio [Euclideo] non sono unici ma equivalenti” (Gibson, 1979).

Dunque, la struttura del corpo umano è caratterizzata da strutture polarizzate (davanti-dietro, sinistra-destra, sopra-sotto) e queste possono essere considerate le opposizioni spaziali di base incorporate nell’orientamento del corpo umano. Queste tre opposizioni elementari dipendono dai tre assi di simmetria/asimmetria elementari del corpo umano. Esse definiscono tre direzioni opposte di base della struttura corporea, ma anche direzioni di gesto opposte. Davanti è contrario di dietro, così come sopra è contrario di sotto e destra lo è di sinistra. Si noti che la questione non si pone sul piano linguistico, né si esaurisce a quel livello. Piuttosto, a livello dei termini disponibili nella lingua si riflette una contrarietà che prende forma nell’esperienza: è la porzione di spazio che sta di fronte all’osservatore ad essere contraria rispetto a quella porzione che gli è alle spalle; è il sopra a mostrarsi come contrario al sotto; è ciò che sta a sinistra o che è orientato verso sinistra ad essere contrario rispetto a ciò che sta dal lato opposto o è orientato verso il lato opposto.

Nella biomeccanica del corpo umano inoltre, sono essenziali le coppie flessore-estensore e le coppie dei muscoli antagonisti e collegata a questa struttura biomeccanica vi è l’esperienza di una classe di movimenti opposti che implicano vari segmenti del corpo (allungare, flettere il braccio, aprire e chiudere la mano, aprire e chiudere gli occhi o la bocca, contrarre e rilassare i muscoli, flettere ed estendere il tronco, dilatare il torace inspirando e restringerlo espirando ecc.).

Anche gli oggetti sono caratterizzati da un loro naturale orientamento nello spazio legato soprattutto ai due assi sagittale e gravitazionale. E’ come se gli oggetti “guardassero” e stessero “in piedi” in base ad un preciso orientamento (Bianchi &

Savardi, 2008). E la struttura di un oggetto è così fortemente impernata nel suo orientamento che anche la sola variazione dell'orientamento di un oggetto nello spazio non lo rende più identificabile come tale.

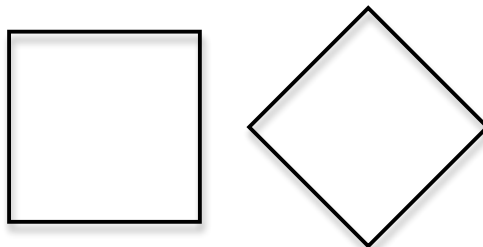


Fig. 1 - Esempio di due figure identiche ma che vengono percepite come diverse a causa del loro diverso orientamento. “Due figure possono essere geometricamente congruenti, ma fisiologicamente del tutto diverse, come illustrano i due quadrati qui sopra, i quali senza operazioni meccaniche e intellettuali non potrebbero mai essere riconosciuti uguali”²

Orientamento naturale e struttura percettiva, dunque. In funzione del sistema di riferimento la figura assume un suo proprio orientamento e una sua propria identità.

1.4 IMITAZIONE

La vicinanza di due individui genera un'ulteriore articolazione dello spazio, determinata appunto dalla relazione reciproca, che si aggiunge all'anisotropia già emersa come caratteristica dello spazio ecologico e dall'orientamento reciproco dei due individui. Data quindi la presenza di un secondo osservatore posto a breve distanza dal primo, l'esperienza di spazio si struttura fenomenicamente in esperienza di uno spazio egoriferito (o egospazio, organizzato attorno ai piani coronale, sagittale, trasversale e che è il luogo delle relazioni contrarie destra/sinistra, davanti/dietro, sopra/sotto), di uno spazio esoriferito (o spazio “ambientale”, che si organizza attorno alle relazioni contrarie: nord/sud, est/ovest, alto/basso) e di uno spazio di relazione (è lo spazio generato dalla presenza di due osservatori - ma potrebbe anche trattarsi di un osservatore e un oggetto, target dell'azione - e si suddivide in tre diverse regioni: la regione interna, la regione esterna e la regione circostante).

² (Mach. 1975, p.113)

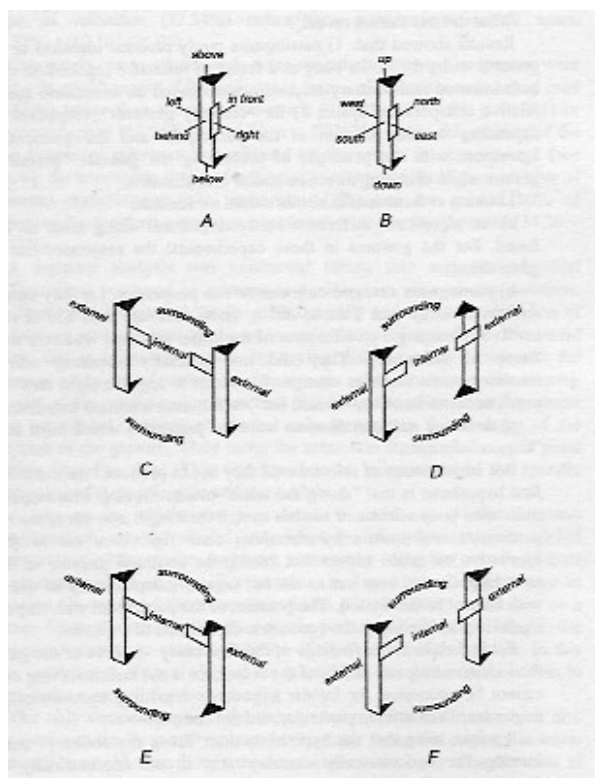


Fig. 2 - La struttura dello spazio basata sui sistemi di riferimenti egocentrico (a), egocentrico (b) e sullo spazio di relazione (c,d,e,f)³

È plausibile ritenere che i tre spazi citati non siano sempre vissuti dall'osservatore con la stessa salienza e che, in funzione della posizione reciproca dei due osservatori e/o dei gesti motori prodotti in questo spazio e che enfatizzano alcune direzioni rispetto ad altre, ad imporsi sia in certe condizioni il riferimento allo schema corporeo, in altre la relazione, in altre ancora lo spazio ambientale.

Spesso nella vita di tutti i giorni il funzionamento di questi tre spazi si vede "in azione" quando chiamati in causa sono proprio gesti o movimenti di imitazione: ogni volta che ci si stringe la mano in segno di saluto, o nella sincronia fra allievi e insegnanti durante le lezioni di danza o di fitness (dove ogni movimento è impostato sull'imitazione dei movimenti), o nei comportamenti delle giocatrici di pallavolo sotto rete, o quando si chiede un indicazione per strada e si fanno dei gesti ostensivi per indicare la stessa direzione, ecc.

Imitare nella vita di tutti i giorni significa semplicemente "riprodurre allo stesso modo" o "copiare". È chiaro che questa ampia definizione include un'ampia

³ Bianchi & Savardi (2008) p.107

varietà di fenomeni. Quando si parla di imitazione si intende riferirsi generalmente a comportamenti motori che sono determinati dall'osservazione e riproduzione di comportamenti motori simili fatti da un esemplare della stessa specie (reale o virtuale, come negli ambienti di simulazione tanto familiari oggi e legati all'uso diffuso delle playstation). L'imitazione può essere accompagnata dalla comprensione del significato dell'azione, può essere una replica approssimata o precisa dell'azione osservata e può riguardare una serie di atti motori che non sono mai stati agiti prima dall'osservatore.

Molto frequentemente tuttavia, nell'ambito della stessa quotidianità, ci capita di riscontrare atteggiamenti contrari all'interno di gesti imitativi. Ad esempio la lezione di danza è un caso interessante perché quasi ogni movimento è basato sull'imitazione. Quando l'insegnante di danza dà le spalle agli allievi, essi sanno che ciò renderà il compito imitativo più semplice: quale braccio o gamba gli allievi devono muovere e in quale direzione è immediatamente chiara. Tuttavia, se l'insegnante decide di stare di fronte a loro (rendendo la comunicazione più naturale dal contatto visivo) dovrà muoversi nell'altro verso, come se gli allievi stessero guardando in uno specchio. (Ad es. se devono sollevare la loro gamba destra l'insegnante solleva la sua sinistra).

Quando qualcuno chiede un'indicazione per strada: se sappiamo che la strada richiesta è a destra, probabilmente indicheremo allungando il nostro braccio destro a destra indicando la via. Se la persona che ha chiesto l'informazione è di fronte a noi, probabilmente la vedremo spontaneamente imitare il nostro gesto allungando il braccio sinistro ed indicando alla sua sinistra, ma puntando esattamente nella stessa direzione esocentrica. Egli in quel momento sta imitando il nostro gesto, ma è anche vero che allo stesso tempo sta facendo il contrario rispetto a noi in termini di schema corporeo egocentrico, allungando il braccio sinistro mentre noi allungavamo il nostro braccio destro.

E consideriamo cosa capita quando per salutarsi ci si tende la mano: le due persone stanno imitando nel senso che stanno muovendo entrambe il loro braccio destro di fronte a loro inclinandolo verso sinistra, ma allo stesso tempo stanno incrociando le due braccia facendole convergere verso il centro (e questo significa

per uno muovere a est, per l'altro a ovest) e in questo senso stanno facendo il contrario l'una dell'altra.

Questi esempi dimostrano che nel gesto imitativo vi è davvero una combinazione di “fare lo stesso” e “fare il contrario”. Per descrivere la natura di un gesto non possiamo quindi prendere in considerazione solo lo schema corporeo (che in termini di sistema di riferimento sarebbe il sistema egocentrico), cioè basarci su un approccio che limita l'analisi dei gesti alle coordinate egocentriche e che non è in grado di considerare propriamente il modo in cui l'osservatore percepisce e identifica i gesti, ma abbiamo bisogno di considerare anche le coordinate ambientali e la relazione tra i soggetti, cioè lo spazio fenomenico nel suo complesso.

Se l'esperienza di spazio è strutturata secondo una molteplicità di dimensioni contrarie e secondo diversi sistemi di riferimento, è plausibile ritenere che sia questo contesto complesso, lo spazio entro cui acquista significato anche l'identità e la contrarietà di un gesto motorio. Nello studio del comportamento motorio spesso il significato di gesto identico viene ridotto invece al significato di identità rispetto allo schema corporeo (imitazione anatomica) perdendo di vista la complessità dello spazio fenomenico. Assumere questa prospettiva significa definire l'identità del gesto del soggetto e del modello soltanto sul riferimento al corpo del soggetto, risultando irrilevante l'identità del gesto rispetto allo spazio ambientale. L'imitazione in questo senso è la traduzione rispetto allo schema corporeo del soggetto dell'atto motorio eseguito dallo sperimentatore o dall'insegnante e identificato anch'esso soltanto rispetto allo schema corporeo di colui che l'ha proposto.

Ma se per ciascun individuo è imprescindibile l'esperienza di uno spazio che si organizza percettivamente sulla base delle proprie coordinate corporee, è anche vero che in qualsiasi momento l'osservatore ha anche l'esperienza di uno spazio ambientale la cui forma si struttura sulla base di coordinate spaziali vincolate dall'ambiente esterno.

Nelle situazioni di frontalità in particolare la presenza di questo doppio sistema di riferimento si fa cogente (come vedremo) ed è proprio in questa situazione di frontalità che le persone ricorrono spesso all'imitazione di gesti e movimenti.

Gran parte della letteratura ha dato per scontato che il modo di imitare questo tipo di gesti segua esclusivamente la direzione dell'identità escludendo

completamente l'ipotesi che anche la contrarietà sia una componente fondamentale nei comportamenti di imitazione. Nelle situazioni di frontalità inoltre non sempre il comportamento più frequente è quello imitativo ma spesso ricopre un ruolo importante anche fare il contrario di ciò che un'altra persona sta facendo. Evitare, schivare ad esempio, in un combattimento, nella scherma o per evitare un veicolo può essere un compito cruciale nella vita di tutti i giorni e implica il fare il contrario. Inoltre la contrarietà è coinvolta in molti comportamenti di tipo collaborativo in cui due persone sono faccia a faccia (ad es. nei balli di coppia, nel trasportare qualcosa di pesante, ecc.). Ogni volta che due persone sono una di fronte all'altra e stanno facendo lo "stesso" allo stesso tempo stanno facendo "l'opposto". L'elemento discriminante è il sistema di riferimento che si decide di adottare: essi faranno contemporaneamente lo stesso rispetto al sistema di riferimento allocentrico ma anche l'opposto rispetto al sistema di riferimento egocentrico, e viceversa.

Bianchi e Savardi (2008) suggeriscono che i soggetti imitano o contrarizzano un gesto inteso come un evento sotto osservazione definito e ripetibile non esclusivamente sulla base dello schema corporeo (come suggerivano le ricerche precedenti Fitts & Seeger, 1953, Meltzoff & Moore, 1983, 1997; Prinz 1997; Craighero, Fadiga, Rizzolatti, Umiltà, 1998; Gallese, Craighero, Fadiga, Fogassi, 1999; Brass, Bekkering, Wohlschlaeger, Prinz, 2000; Gleissner, Meltzoff, Bekkering, 2000; Thomas, Press, Haggard, 2006) ma sulla base dell'esperienza di spazio che il soggetto ha nel momento in cui osserva l'evento motorio. Percettivamente il gesto sarebbe quindi non solo un gesto rispetto al corpo, ma un gesto rispetto allo spazio.

Anche nel contesto dello studio del comportamento motorio con lo scopo di valutare lo sviluppo cognitivo dell'individuo attraverso l'esplorazione della conoscenza del corpo, del suo orientamento, dell'efficienza posturale motoria nelle varie tappe dello sviluppo, ci si avvale frequentemente di prove di imitazione, ma senza considerare il carattere di complementarità che la contrarietà assume in ogni comportamento imitativo. In questo modo il significato di gesto imitato viene appiattito esclusivamente sul significato di identità rispetto allo schema corporeo, perdendo di vista la complessità dello spazio fenomenico: l'imitazione è la traduzione, rispetto allo schema corporeo del soggetto, dell'atto motorio eseguito dallo sperimentatore o dall'insegnante, identificato anch'esso rispetto allo schema

corporeo di colui che l'ha proposto (es: lo sperimentatore distende in avanti il suo braccio destro; il soggetto distende in avanti il proprio braccio destro). Assumendo questa prospettiva, la definizione di identità dei due gesti viene in un certo senso "decontestualizzata", impostata unicamente sul riferimento al corpo del soggetto e rconsiderando irrilevante l'identità del gesto rispetto, ad esempio, allo spazio ambientale. Ma, lo ripetiamo, se è vero che è imprescindibile per ogni individuo l'esperienza di uno spazio che si organizza percettivamente sulla base delle proprie coordinate corporee (in accordo con tutte le analisi della percezione spaziale che hanno assunto il modello di egoriferimento inizialmente proposto da Howard e Templeton, 1966), è altrettanto vero che in qualsiasi momento l'osservatore ha esperienza anche di uno spazio "ambientale", la cui forma si struttura sulla base di coordinate spaziali vincolate all'ambiente esterno. E questo emerge bene in molti sport ma anche, per esempio, studiando l'imitazione allo specchio.

Lo specchio richiama immediatamente una relazione di identità e offre una condizione ecologica per studiare la singolare relazione fra due oggetti percettivamente tridimensionali. In questa configurazione ci sono delle strutture fisse di relazione spaziale che collegano un qualsiasi oggetto con la sua immagine allo specchio (indipendentemente da quale sia la posizione dello specchio rispetto all'immagine). Infatti quando qualcuno intenzionalmente si avvicina ad uno specchio nella vita di tutti i giorni, lo fa per guardare se stesso ma nel contempo nello specchio si vedono anche oggetti, spazi, movimenti, dei quali si percepisce subito la relazione che c'è fra essi e qualcosa che esiste al di fuori dello specchio. I riflessi infatti sono sempre riflessi di oggetti reali riflessi. Il mondo "fuori dallo specchio" è conforme ad una regola di corrispondenza di base secondo la quale ogni unità corrisponde ad una identità. Questa regola generale tuttavia non vale per i riflessi in quanto lo specchio genera una seconda unità, separata da quella fuori dallo specchio, tuttavia entrambe corrispondono ad una sola identità e ad un solo oggetto reale.

Se andiamo a considerare quali solo le differenze principali e invariabili che caratterizzano la relazione corpo reale-riflesso notiamo che esse riguardano: la localizzazione allocentrica del riflesso rispetto all'osservatore (il riflesso è sempre localizzato a destra o sinistra, sopra o sotto, davanti o dietro la persona che genera il riflesso, in base alla posizione dello specchio); l'orientamento allocentrico del

riflesso rispetto all'osservatore (quando l'osservatore guarda a nord, il riflesso guarda a sud, quando l'osservatore guarda ad est, il riflesso guarda a ovest); la struttura egocentrica contraria del riflesso rispetto all'osservatore (se l'osservatore alza il suo braccio destro, il riflesso alzerà il suo braccio sinistro, ecc.). Tutte queste condizioni evocano contrarietà e grazie a queste tre variabili possiamo analizzare la struttura spaziale di ogni possibile configurazione oggetto-riflesso.

Il fatto che ci siano molte contrarietà particolari nel rapporto fra il riflesso e l'oggetto reale non fa sì, di per sé, che la relazione generale percepita sia caratterizzata da contrarietà. E' importante quindi chiedersi se queste differenze rimangono tali soltanto su un piano analitico e quindi emerge un'impressione generale di identità oppure se anche a livello globale si percepisce frequentemente contrarietà. Come dimostrato in un recente ricerca (Bianchi e Savardi, 2008) i soggetti notano frequentemente la contrarietà allocentrica che caratterizza le configurazioni persona-riflesso e meno frequentemente la contrarietà egocentrica, ma questa analisi non può prescindere dal considerare la configurazione specifica sotto osservazione che mette in evidenza un sistema di riferimento piuttosto che un altro. Infatti nel caso nello specchio come nel caso della relazione tra i gesti di due diversi individui, in base al sistema di riferimento (egocentrico o allocentrico) che si decide di adottare di volta in volta, i gesti vengono percepiti ora come identici, ora come contrari rispetto all'osservatore.

1.5 LETTERATURA SULL'IMITAZIONE:

1.5.1 LA TEORIA DEI NEURONI SPECCHIO

Viviamo in un mondo pieno di oggetti, suoni e movimenti. Fra tutti questi stimoli, i movimenti delle altre creature viventi sono particolarmente importanti per noi (specialmente quelli della nostra stessa specie). In che modo possiamo comprendere le azioni di altri soggetti? Quali sono le basi neurofisiologiche di questa abilità? Quali sono i meccanismi neurali che sotto stanno alla comprensione dell'azione? Per comprensione di un'azione, intendiamo la capacità di raggiungere la

descrizione interna di un'azione e di usarla per organizzare comportamenti futuri appropriati. Rizzolatti, Fogassi e Gallese (2001) sostengono che ci sono due ipotesi che potrebbero spiegare il modo in cui avviene la comprensione dell'azione:

1. la prima, alla quale ci riferiamo come "ipotesi visiva", sostiene che la comprensione dell'azione è basata su un'analisi visiva di elementi differenti che formano un'azione e che nessuna implicazione motoria è richiesta. Ad esempio quando osserviamo una mano che coglie una mela, gli elementi analizzati sarebbero la mano, la mela e il movimento della mano verso la mela. L'associazione di questi elementi e le inferenze sulle loro interazioni, sarebbero sufficienti per permettere all'osservatore di comprendere l'azione testimoniata. Se questa prospettiva fosse corretta, la comprensione dell'azione sarebbe essenzialmente mediata dall'attività delle aree visive extra striate, del lobo inferotemporale e del solco temporale superiore (STS). Infatti, sia nelle scimmie che negli esseri umani ci sono tre aree che rispondono in maniera selettiva agli oggetti, alle parti del corpo, ai movimenti biologici e nel caso di alcuni neuroni del STS a interazioni tra mani e oggetti.

2. un'ipotesi alternativa, alla quale ci riferiremo come "ipotesi dell'associazione diretta", sostiene che comprendiamo le azioni quando associamo la rappresentazione visiva dell'azione osservata in una nostra rappresentazione motoria della stessa azione. Secondo questa prospettiva un'azione viene compresa quando la sua osservazione fa "risonare" il sistema motorio dell'osservatore. Perciò quando osserviamo una mano che si avvicina ad una mela, lo stesso gruppo di neuroni che controlla l'esecuzione del movimento di avvicinamento si attiva nelle aree motorie dell'osservatore. Secondo questo approccio la "conoscenza motoria" dell'osservatore viene usata per comprendere l'azione osservata. In altre parole, comprendiamo un'azione perché la rappresentazione motoria di quella azione viene attivata nel nostro cervello. Questa prospettiva, nonostante sia sostenuta da alcuni teorici, non è stata mai particolarmente popolare nelle neuroscienze. Tuttavia, l'idea che comprendiamo gli altri tramite un "atto interno che cattura nuovamente il senso del loro agire" è stato difeso da vari filosofi, specialmente fenomenologi (Merleau-Ponty, 1962; Rizzolatti, Fogassi, Gallese, 2001). Naturalmente l'ipotesi che la comprensione dell'azione sia basata su un meccanismo di associazione diretta non

esclude la possibilità che altri processi più cognitivi basati sulla descrizione dell'oggetto e del movimento possano partecipare a questa funzione.

Rizzolatti, Gallese e Fogassi (2001) parlano di sistema di neuroni "specchio" riferendosi a quel sistema che sembrerebbe unificare sotto lo stesso meccanismo neuronale una varietà di fenomeni che spaziano da comportamenti elementari come l'agevolazione della risposta, a funzioni cognitive più alte come l'apprendimento imitativo e la comprensione dell'azione. Inoltre, il sistema dei neuroni specchio può sottostare ad altre funzioni cognitive fondamentali come la comprensione del linguaggio e la lettura della mente.

I neuroni specchio sono una particolare classe di neuroni visuomotori, originariamente scoperti in un settore della corteccia premotoria ventrale delle scimmie chiamata area F5. L'area F5 è caratterizzata dalla presenza di neuroni che codificano l'obiettivo legato agli atti motori, come quello della mano e della bocca che si avvicinano rispetto all'atto del mangiare. Alcune di queste cellule sono neuroni motori, altre rispondono anche a stimoli visivi; alcuni di questi neuroni sono motivati dalla presentazione di oggetti tridimensionali, mentre altri (neuroni specchio) richiedono l'osservazione dell'azione per la loro attivazione. La caratteristica funzionale principale dei neuroni specchio è che si attivano quando le scimmie compiono delle azioni particolari (quando si avvicinano ad un oggetto per prenderlo ad esempio) e quando osservano un altro individuo (scimmia o umano) compiere un'azione simile. Solitamente, i neuroni specchio non rispondono alla vista di una mano che mima un'azione in assenza di un target. Allo stesso modo non rispondono all'osservazione di un oggetto solo, anche quando è interessante per la scimmia.

La maggior parte dei neuroni specchio in F5 mostrano una spiccata somiglianza nelle loro risposte con l'osservazione e l'esecuzione di azioni *efficaci*. Questa congruenza a volte è estremamente rigorosa. In alcuni casi, l'azione motoria efficace e l'azione osservata efficace coincidono in termini di obiettivo (avvicinamento) e in termini di come l'obiettivo viene raggiunto (avvicinamento di precisione). Tuttavia per la maggior parte dei neuroni, la congruenza è più ampia e confina con l'obiettivo dell'azione. Questi neuroni congruenti in senso ampio sono particolarmente interessanti, perché sembrano generalizzare l'obiettivo dell'azione

osservata attraverso varie sue istanze. La novità di queste scoperte sta nel fatto che per la prima volta un meccanismo neurale che permette un'associazione diretta fra la descrizione visiva di un'azione e la sua esecuzione sia stato identificato. Un tale sistema di associazione costituisce una soluzione parsimoniosa per il problema della traduzione dei risultati dell'analisi visiva di un'azione osservata (privo di significato secondo l'ipotesi dell'associazione diretta) in una spiegazione che lo stesso individuo è in grado di comprendere.

1.5.2 SISTEMA DI RIFERIMENTO ALLOCENTRICO \ EGOCENTRICO

Le opposizioni spaziali sono primarie nello sviluppo degli esseri umani (Casasola, 2008; Casasola, Cohen & Chiarello, 2003; Hespos & Spelke, 2004; McDonough, Choi & Mandler 2003; Quinn & Bhatt, 2005; Quinn, Cummins, Kase, Martin & Weisman, 1996). Studi precedenti (Bianchi e al.2008) hanno dimostrato che sia i bambini che gli adulti mostrano una comprensione intuitiva di ciò che significa fare il contrario di una configurazione visiva (sia quando si tratta di semplici figure bi-dimensionali sia nei gesti semplici) e che la percezione del contrario è strettamente legata alle trasformazioni dell'orientamento della figura\gesto iniziale. A partire da ciò ci aspettiamo che quando si chiede a dei soggetti di fare il contrario di un gesto semplice, essi trasformino gli aspetti orientativi del gesto nel loro opposto. Ma ciò significa necessariamente decidere se riferirsi ad uno schema di orientamento davanti-dietro, destra-sinistra, sopra-sotto o opporsi all'orientamento spaziale ambientale del gesto.

Una generalizzazione diretta dalla letteratura sull'imitazione porterebbe a predire da un lato una preferenza per le risposte egocentriche. Infatti, secondo i risultati di Wapner e Cirillo (1968) sebbene i bambini nell'imitazione facciano spesso riferimento al sistema allocentrico per risolvere il compito, questa soluzione sarebbe progressivamente abbandonata con l'età. Infatti l'80-85% degli adulti basano le loro risposte sulla corrispondenza anatomica. D'altro canto, considerando gli studi comportamentali che mostrano che quando gli adulti sono posizionati ruotati tra loro

di 180°, essi sono più accurati e più veloci con l'imitazione non anatomica (Avikainen e al. 2003; Franz e al. 2007) e considerando anche le prove neurofisiologiche di un'alta attivazione delle regioni del cervello umane omologhe a quelle del sistema dei neuroni specchio durante la corrispondenza non anatomica (Koski e al. 2003), possiamo supporre che il sistema spaziale che sottostà a comportamenti con corrispondenza non anatomica ricoprirebbe un ruolo importante nelle risposte di opposizione.

Una buona parte della letteratura sull'imitazione si esprime in termini di classificazione anatomica e non anatomica riferendosi alla corrispondenza fisica dell'arto o della parte del corpo utilizzata nel compito (ad es. mano destra del modello, mano destra del soggetto) o alla non corrispondenza. Questa terminologia non ci sembra del tutto adeguata a descrivere le risposte di opposizione in quanto innanzitutto non offre una vera e propria alternativa ma propone un solo modello (quello anatomico) e la sua negazione. In alcuni casi in letteratura viene proposto ai soggetti il termine "speculare" per riferirsi alle risposte non anatomiche, che rimanda subito all'idea dell'immagine allo specchio (prima ancora che alla rotazione di 180° rispetto al soggetto che la posizione di frontalità prevede) e ciò può essere fonte di ambiguità per il soggetto. Inoltre la richiesta che si fa ai soggetti con questo tipo di terminologia non è adeguata poiché non comprende il concetto di "opposizione\contrarietà" ma si limita a richiedere di utilizzare la parte del corpo non-anatomica (Avikainen e al. 2003; Franz e al. 2007; Press e al. 2009).

Vi è una chiara evidenza, nella letteratura sui comportamenti di navigazione nello spazio, che i due diversi sistemi di riferimento allocentrico ed egocentrico sono essenziali nella percezione dello spazio e nella memoria di ambienti e movimenti (Byrne & Becker, 2008; Klatzky, 1998; Mou, McNamara, Rump & Xiao, 2006; Waller & Greenauer, 2007; Sorrento & Henriques, 2008), mentre l'espressione in termini di una corrispondenza anatomica o non anatomica fa riferimento solo all'identità egocentrica del gesto, ma a priori non vi è ragione di escludere che il sistema di riferimento allocentrico giochi un ruolo importante anche nella percezione spaziale dei gesti così come nell'elaborazione dello spazio in generale.

Nella ricerca che fa da sfondo allo studio presentato nelle prossime pagine e nello studio medesimo analizzeremo il comportamento di imitazione e opposizione usando il riferimento ai sistemi allocentrico ed egocentrico perché sembrano più efficaci e appropriati. I due sistemi sostengono contemporaneamente l'elaborazione dello spazio, ma in alcuni casi prevale il centramento sul soggetto e quindi sui suoi riferimenti spaziali davanti-dietro, destra-sinistra, sopra-sotto (che può utilizzare per leggere il gesto fatto dal modello e codificare la sua risposta); in altri prevale il centramento sull'ambiente circostante, sull'esospazio, comune ad entrambi i soggetti.

Sappiamo dalla letteratura che quando ai partecipanti posti uno di fianco all'altro, con lo sguardo rivolto dalla stessa parte dello spazio esterno, viene chiesto di fare una corrispondenza anatomica, sono più veloci e più accurati rispetto a quelli a cui viene chiesto di fare quella non anatomica. Ma in questo caso, fare lo stesso anatomicamente (sistema egocentrico) significa fare lo stesso rispetto anche al sistema allocentrico (entrambe le persone muovono il loro braccio verso x), quindi nessuna sorpresa che questa risposta sia "facile" e veloce.

Al contrario quando il modello guarda il soggetto, nella condizione di rotazione a 180° (Avikainen e al. 2003; Franz e al. 2007; Ishikura e al. 1995; Press e al. 2009), i due sistemi di riferimento non sono più congruenti e fare lo stesso anatomicamente significa produrre un gesto che è invece opposto nello spazio allocentrico. In questo caso il soggetto è in qualche modo "forzato" ad optare per la risposta in linea con uno dei due sistemi.

Nell'ultima decade in particolare una serie di studi supportano l'importanza del ruolo delle coordinate visuo-spaziali allocentriche contro i codici dipendenti dagli effettori egocentrici (Bird & Heyes, 2005; Bapi e al. 2000; Boutin, Fries, Panzer, Shea, Blandin, 2010; Osman, Bird & Heyes, 2005).

Ricerche evolutive (Gleissner, Meltzoff, Bekkering, 2000) dicono che gli adulti di fronte al compito "fai lo stesso" si comportano in maniera anatomica, mentre i bambini fino ad una certa età invece tendono a comportarsi in maniera "non anatomica". Questo ci fa pensare che nella situazione a 180° gli adulti sono abituati a fare in modo anatomico e altre invece in cui tenderebbero a fare in modo non anatomico. Perché lo fanno "nel modo più difficile" e meno naturale rispetto a quello

che spontaneamente (come i bambini) verrebbe loro più naturale. Press & al. (2009) hanno messo in evidenza il fatto che si può imitare un'azione osservata sia utilizzando la stessa parte del corpo utilizzata dal modello (corrispondenza anatomica), sia la parte corrispondente dall'altro lato del corpo (corrispondenza non-anatomica). Come accennato sopra, è piuttosto intuitivo imitare in senso anatomico quando il modello viene visto da dietro o si trova accanto al soggetto (rotazione di 0°) anche perché in questo caso l'esospazio e l'egospazio coincidono. E' meno chiaro invece imitare un'azione quando il modello si trova di fronte al soggetto con una rotazione di 180° .

Alcuni studi sullo sviluppo (Gordon 1922-23; Wapner & Cirillo, 1968) indicano che nelle situazioni di frontalità i bambini di 8 anni, senza che abbiano ricevuto delle istruzioni specifiche, mostrano una forte tendenza nella direzione della corrispondenza non-anatomica e la proporzione delle risposte di tipo anatomico aumenta sensibilmente con l'età.

In base a questi dati gli adulti, quando si trovano a dover imitare un modello che si trova di fronte a loro solitamente scelgono di imitare ricercando una corrispondenza di tipo anatomico, anche se, è stato osservato che questo tipo di imitazione è meno accurata rispetto a quella anatomica (Ishikura & Inomata, 1995; Avikainen, Wohlschlager, Liuhanen, Hanninen & Hari, 2003; Franz, Ford & Werner, 2007). Press e al. (2009) sostengono che questa tendenza possa essere riconducibile al modello di imitazione dell'apprendimento per sequenze associative (ASL) secondo il quale i meccanismi di imitazione si sviluppano attraverso degli apprendimenti associativi e il processo stesso di apprendimento è guidato dall'esperienza in cui le azioni erano contemporaneamente osservate ed eseguite (Brass & Heyes, 2005; Heyes, 2001; Heyes & Ray, 2000). Questo tipo di esperienza avviene sia attraverso una sorta di auto-osservazione sia quando si è imitati dagli altri e in questo senso l'esperienza dell'osservazione dell'azione a 180° è piuttosto collegata all'imitazione per corrispondenza non-anatomica anziché a quella anatomica, poiché questa angolazione è anche quella tipica dell'auto-osservazione allo specchio.

Da due studi recenti condotti con soggetti adulti (Bianchi, Savardi, Burro, Martelli, submitted: esperimenti 1 e 2) è emerso anche che quando ai soggetti si

chiede di fare il contrario o di fare lo stesso gesto presentato dal modello, il grado di certezza nella risposta prodotta dai soggetti varia in base alla configurazione presentata. Cioè i partecipanti sono meno sicuri delle loro risposte quando il gesto prodotto è coerente solo un sistema e contrasta con l'altro (quando cioè le due persone coinvolte, modello e partecipante o due modelli, erano orientati specularmente) mentre sono più certi delle loro risposte imitative o di opposizione quando i due sistemi agiscono coerentemente (e quindi imitare egocentricamente significa anche contemporaneamente imitare allocentricamente). Questo dato parla in modo chiaro: se il criterio seguito dai partecipanti fosse semplicemente quello di produrre una corrispondenza anatomica allora non avrebbero motivo di sentire che certe risposte (quelle in accordo anche con l'alospazio) sono più convincenti di altre, una volta garantita la corrispondenza egocentrica.

1.5.3 COMPATIBILITA' SPAZIALE STIMOLO-RISPOSTA

Il concetto di compatibilità spaziale (introdotto in letteratura per la prima volta da Umiltà & Nicoletti, 1990) si basa sull'idea di un processo ipotetico di registrazione e trasformazione dell'informazione nel corso dell'attività percettivo-motoria, ed assume che il grado di compatibilità è massimo quando i processi di registrazione sono al minimo.

E' noto che le azioni vengono eseguite più velocemente e più accuratamente o in risposta a degli stimoli inanimati che si trovano nello stesso spazio di risposta destra-sinistra rispetto a quello della mano di risposta (Umiltà & Nicoletti, 1990) o che sembrano muoversi verso la mano di risposta (Bosbach, Prinz, & Kerzel, 2004). La compatibilità spaziale e gli effetti di imitazione possono emergere da processi di apprendimento simili nei quali le associazioni unidirezionali e bidirezionali sono formate attraverso le caratteristiche degli stimoli e delle risposte (Tagliabue, Zorzi & Umiltà, 2002). Tuttavia alcuni studi di neuropsicologia (Rizzolatti & Craighero, 2004; Koski, Molnar-Szakacs & Iacoboni, 2005) suggeriscono che si tratta di meccanismi distinti.

Fra i fattori che possono influenzare la velocità di risposta nella scelta fra due o più stimoli, sappiamo dalla letteratura che la compatibilità stimolo-risposta è uno dei più importanti. Fitts & Seeger (1953) per primi hanno mostrato che le risposte ai loro compiti erano ben più rapide quando c'era una corrispondenza fra lo stimolo sul display e il dispositivo per la risposta, rispetto a quando tale corrispondenza non si verificava. Simon, Sly e Vilapakkam (1981) suggeriscono di distinguerne tra :

1. Compatibilità simbolica: associata a delle etichette verbali fra lo stimolo e la risposta (Hedge & Marsh, 1975; Simon & al. 1981) Ad esempio se ci sono degli stimoli luminosi rossi e verdi e delle risposte che descrivono il rosso e il verde, i tempi di reazione saranno più brevi quando lo stimolo luminoso indicherà la risposta definita dallo stesso colore;
2. Effetto Simon: quando la posizione nella quale appare lo stimolo e quella in cui compare la risposta forniscono un suggerimento evidente anche se irrilevante nella scelta della risposta (Craft & Simon, 1970; Hedge & Marsh, 1975; Simon, 1968; Simon, Hinrichs & Craft, 1970; Simon & Rudell, 1967; Simon & al. 1981; Wallace 1972). Ad esempio se sia lo stimolo che la risposta si trovano sullo stesso lato rispetto alla linea mediana del corpo ci sarà un effetto di facilitazione;
3. Compatibilità spaziale: Nicoletti & Umiltà (1984) suggeriscono che si può parlare di compatibilità spaziale quando il luogo in cui si presenta lo stimolo indica il luogo della risposta corretta e i due luoghi corrispondono. Ad esempio, i tempi di risposta sono più brevi quando in una coppia di stimoli quello a “destra” guida la risposta che ha la sua soluzione a “destra” (della linea mediana del corpo) rispetto a quando guida una risposta con la soluzione a “sinistra”. Allo stesso modo i tempi di risposta sono maggiori quando lo stimolo di “sinistra” racchiude una risposta con la soluzione “destra” (Nicoletti, Anzola, Luppino, Rizzolatti & Umiltà, 1982; Simon, 1969).

Si ritiene che questi ultimi due tipi di compatibilità siano il risultato della tendenza dei soggetti a rispondere nella direzione della fonte dello stimolo (Simon & Rudell, 1967; Simon, 1969) o delle corrispondenza fra codici spaziali associati allo stimolo e alla risposta (Wallace, 1972; Nicoletti & al. 1982). Per quello che riguarda la

compatibilità spaziale, i suoi effetti sembrano dipendere in particolare dalle posizioni relative degli stimoli e dalle risposte e non tanto dalla tendenza ad andare verso la fonte dello stimolo (come nell'effetto Simon). Umiltà e Nicoletti (1990) ritengono che si possa parlare effettivamente di "compatibilità spaziale" in senso stretto di quegli effetti di compatibilità che si ottengono quando la posizione dello stimolo influenza una determinata risposta.

L'interpretazione della preferenza per la corrispondenza anatomica a 180° in termini di compatibilità spaziale destra-sinistra (Heyes & Ray, 2004) indirettamente fa riferimento al ruolo del sistema di riferimento allocentrico. Il fatto che le azioni vengono eseguite più velocemente e più accuratamente in risposta agli stimoli che sono nella stessa localizzazione spaziale destra-sinistra (Umiltà & Nicoletti, 1990) o che appaiono muovere verso la mano di risposta (Bosbach, Prinz & Kerzel, 2004) è compatibile con il fatto che le risposte sono più veloci e più accurate quando è implicata la stessa parte allocentrica dello spazio.

Nelle interazioni relazionali a due ci sono delle situazioni in cui i piani posturali non sono gli stessi come ad esempio nelle lezioni di ginnastica quando l'insegnante si trova in piedi (piano verticale) e gli allievi sdraiati a terra (piano orizzontale). Non sempre si verifica una compatibilità spaziale, nel senso che l'imitazione da parte dei soggetti può avvenire in almeno due modi diversi o mantenendo la stessa postura (omoposturalità) o cambiandola. In molti casi i soggetti imitano utilizzando una postura diversa perché i gesti sono improntati più sul ruolo dell'alospazio, sia a livello locale, che globale. Nel nostro esempio quindi se l'insegnante alza le mani verso l'alto, gli allievi anziché imitare il movimento in senso anatomico e quindi alzare le braccia parallele alla testa le alza verso il soffitto, ancorandosi all'esempio del modello che è come se orientasse naturalmente il suo corpo in quella direzione.

CAPITOLO DUE: APPLICAZIONI PRATICHE

L'imitazione dei gesti motori è stata già esplorata anche in ambiti applicativi piuttosto diversi tra loro come ad esempio nella danza (dove diversi studiosi e coreografi, uno per tutti Rudolf Von Laban (1879-1958), si sono cimentati nel tentativo di codifica del movimento umano al fine di trarne una notazione “universale” e ripetibile), nel Fitness e nella Fisioterapia (in particolare nel fitness musicale di gruppo, in cui l'imitazione degli allievi nei confronti dell'istruttore sta alla base della lezione - ma nonostante sia un aspetto così radicato, non vi sono studi specifici al riguardo se non descrizioni legate alla biomeccanica corporea), nel settore ingegneristico applicato allo sviluppo delle nuove tecnologie per la codifica e riproduzione del movimento umano - e non solo - e del “motion capture” come sistema di corrispondenza fra un'immagine virtuale e un corpo reale a partire da strumenti commerciali come le consolle di gioco più diffuse fino a piattaforme estremamente raffinate (Camurri, Mazzarino, Trocca & Volpe, 2001; Camurri, Mazzarino e Volpe, 2004).

2.1 DANZA

Uno dei campi in cui l'imitazione svolge un ruolo cruciale è quello della danza (classica, moderna, tradizionale, ecc.) cioè qualsiasi movimento che possa esprimersi attraverso una combinazione di gesti nello spazio. Parliamo di imitazione in un duplice senso: sia durante la lezione in cui gli allievi si trovano a dover imitare quello che l'insegnante illustra loro; sia come riproducibilità di un movimento in uno spazio e in un tempo diverso da quello contemporaneo e tuttavia in una maniera quanto più vicina all'originale.

Nella storia della danza diversi coreografi e studiosi della materia si sono dedicati alla progettazione di un codice in grado di inglobare tutti i movimenti umani, in particolare quelli utilizzati nella danza, al fine di poterli codificare in una sorta di “partitura dei movimenti” e quindi poterli replicare e imitare con la massima

esattezza possibile. Rudolf Von Laban, danzatore, coreografo e teorico della danza ungherese, elaborò un sistema di analisi del movimento che riguarda la qualità del movimento e di notazione dei gesti motori umani chiamata "Labanotation" o "notazione Laban" (basata su spazi e posizioni).

In questo "codice", Laban ha cercato di tradurre la struttura ultima dei gesti e dei movimenti al fine di renderli replicabili e quindi di poter essere imitati. Nel fare ciò ha prima condotto una profonda analisi del movimento per indagare la struttura fondamentale e le intuizioni che danno origine al movimento. Conseguentemente ha riportato questa analisi nel codice e nelle indicazioni in maniera speculare così da poter essere utilizzate per l'imitazione e la sincronizzazione fra più soggetti.

L'idea di base è che tutte le azioni umane consistano in sequenze di movimento che sottendono un determinato sforzo da parte della persona che esegue il movimento. Nella terminologia labaniana la parola "sforzo" indica questo impulso interiore che dà origine ad un movimento, l'intenzione di chi si muove o danza nei confronti di alcuni altri fattori di movimento.

Tutte le azioni pratiche sarebbero precedute da quattro fasi di sforzo mentale che si manifestano attraverso piccoli movimenti espressivi del corpo: una fase di attenzione, in cui vengono individuati l'oggetto dell'azione e la situazione in cui avverrà la sua esecuzione e che può verificarsi con una concentrazione diretta oppure in maniera più sfuggibile (corrisponde al fattore di movimento detto "spazio"); una fase di intenzione, da notare che l'intenzione di fare un movimento attivo può essere abbandonata prima di portarla a termine (corrisponde al fattore di movimento "peso"); una fase di decisione, che può arrivare con uno scatto subitaneo o attraverso un movimento più sostenuto e lento di qualche parte del corpo (corrisponde al fattore di movimento "tempo"); e una fase di precisione, che riguarda quel brevissimo momento che anticipa l'esecuzione reale dell'azione, nel quale essa, molto spesso, se non è familiare, è fortemente controllata da un flusso contenuto di sforzo oppure se è spontanea, è caricata di flusso libero (corrisponde al fattore di movimento "flusso").

Queste quattro fasi costituiscono la preparazione "soggettiva" dell'operazione "oggettiva" (Laban, 1999), sono di solito molto concentrate e possono essere trasferite, in parte o completamente. E' comunque possibile che si verifichino

simultaneamente o che la loro sequenza venga rovesciata, variata o complicata, o anche che l'una o l'altra venga omessa.

Stando alla teoria di Laban, una volta che l'impulso interiore ha avuto origine, viene trasmesso dai nervi tramite i muscoli, fino a far muovere le articolazioni e quindi gli arti e così facendo conduce l'individuo nello spazio. Proprio per questo, secondo Laban, è importante una buona padronanza del movimento: uno degli scopi della sua analisi infatti è quello di rendere il soggetto in movimento in grado di raggiungere ogni punto della sfera spaziale che circonda il proprio corpo. Ogni persona, cioè, in base alla propria struttura anatomica e attraverso l'esperienza pratica del movimento può diventare consapevole delle aree dello spazio più facilmente raggiungibili da alcune parti del corpo piuttosto che da altre.

Va certamente evidenziato che molte delle scelte semantiche compiute dall'autore nascono e vengono motivate dalla sua volontà di restituire alle parole la sensazione corporea che queste comunicano, anche se portano con sé inevitabili margini di "soggettiva" ambiguità. Secondo Laban, in quanto composizione di movimenti, la danza potrebbe essere paragonata alla lingua parlata. Come le parole sono composte da lettere, così i movimenti sarebbero composti da elementi. Questo linguaggio del movimento, in accordo al suo contenuto, solleciterebbe l'attività della mente in una maniera simile, anche se forse più complessa, a quella della parola parlata.

L'analisi del movimento e la notazione Laban sono un sistema per l'analisi e la registrazione di qualsiasi movimento umano. Non sono connessi ad un singolo e specifico stile di danza. La base è il moto naturale umano ed ogni scostamento da esso deve essere specificamente scritto nella notazione. Ogni azione corporea può essere interpretata come l'utilizzo di una delle varie combinazioni di parti del corpo, tempo, spazio ed energia muscolare. Il vastissimo numero di queste combinazioni corrisponde ai possibili atti motori che possono essere registrati in modo logico. L'analisi delle azioni corporee nello sport, nel gioco, nel teatro, nel lavoro e nel comportamento quotidiano, è basata sullo stesso "pensare in termini di movimento" che si applica all'analisi dei movimenti della danza, secondo il coreografo ungherese. Va sottolineato che non c'è alcun metodo o stile di danza speciale alla base dell'ordine logico di osservazione del movimento da lui utilizzato. I danzatori di tutte

le epoche e di tutti i paesi hanno utilizzato e tutt'ora utilizzano infatti come base per il loro lavoro le indicazioni di movimento essenziali quali lo spazio, il tempo e l'energia.

Per spiegare che cosa egli intenda per "moto naturale", propone l'esempio delle prime attività motorie che un bambino compie (Laban, 1999). Innanzi tutto muove i suoi arti spingendo le gambe lontano dal centro del corpo e agitando le braccia, abbandonando la posizione sferica e raccolta che il corpo assumeva durante lo stato embrionale. I movimenti sono di tipo bilaterale, cioè entrambe le gambe calciano simultaneamente in quanto il movimento indipendente di ogni lato del corpo verrà acquisito più tardi. Il peso degli arti viene contrastato usando un grado relativamente elevato di forza muscolare. I calci sono diretti verso una precisa direzione. I movimenti sono piuttosto veloci e ripetuti ritmicamente ad intervalli regolari. Con l'apparire dei primi tentativi di locomozione, poi, il bambino compie tipi di allungamento meno diretti e frettolosi ed è in questo periodo che i movimenti iniziano a mostrare un certo grado di "flusso" e diventa quindi possibile distinguere i movimenti più o meno "controllati". All'inizio il bambino è maggiormente interessato alla velocità preferendo azioni rapide e imparando solo poi gradualmente a muoversi più lentamente.

Il movimento quindi è in grado di rivelare tante cose, è il risultato della tensione verso un oggetto a cui si attribuisce un valore, il risultato di uno stato mentale. La sua forma, il suo ritmo mostrano la disposizione della persona che si muove in quella particolare situazione e può caratterizzare uno stato d'animo momentaneo e una reazione fugace, così come i tratti costanti di personalità. Il movimento, inoltre, può anche essere influenzato dall'ambiente in cui si trova chi lo esegue e dal movimento degli altri intorno a lui/lei, che crea un'espressività diversa da quella individuale.

Il corpo è lo strumento tramite il quale l'uomo comunica e si esprime; i movimenti di ogni parte del corpo sono connessi a quelli di ogni altra parte attraverso proprietà temporali, spaziali e di tensione muscolare. Un'analisi basata sui fattori di movimento viene utilizzata per registrare il contenuto di energia di un movimento e favorisce il pensiero in termini di movimento, mentre una descrizione del

funzionamento del corpo tende a privilegiare una presa di coscienza meccanica (che è un tipo semplificato di descrizione strutturale) piuttosto che espressiva.

L'uso del movimento per uno scopo preciso deriverebbe, secondo Laban, da un potere di cui non è stata ancora spiegata la natura, e tuttavia non si potrebbe dire che tale facoltà sia sconosciuta perché la si può osservare in vari gradi di compiutezza ovunque ci sia vita. Ciò che possiamo chiaramente constatare è che questa facoltà ci permette di scegliere tra un atteggiamento di resistenza, di contenimento, di controllo e di contrasto e uno di compiacenza, di tolleranza, di indulgenza verso delle caratteristiche fondamentali, i "fattori di movimento", a cui naturalmente soggiacciono tutti gli elementi (peso, spazio, tempo e flusso). Tuttavia ad ogni movimento umano è indissolubilmente legato uno "sforzo" che è di fatto la sua origine e il suo aspetto "interiore".

Ogni fase del movimento, ogni minimo trasferimento di peso, ogni gesto di qualsiasi parte del corpo rivela un aspetto della nostra vita "interiore" secondo Laban. Ogni movimento avrebbe origine da una sollecitazione interna di nervi causata da un'impressione sensoriale immediata o da una complicata catena di impressioni sensoriali già esperite e fissate in memoria. Questa stimolazione darebbe quindi luogo ad un volontario o involontario sforzo interiore o impulso di movimento.

Per "sforzo" egli non intende solo le forme inconsuete ed esagerate di dispendio energetico, ma indica il semplice impiego di energia come fatto in sé. Anche la minima attività richiede un certo sforzo. Non importa se il dispendio sia più fisico o mentale, c'è sempre all'origine un processo paragonabile all'attivazione della corrente elettrica (Laban 1999). Questa funzione primaria è un privilegio esclusivo degli esseri viventi. Nessun oggetto inanimato può compiere uno sforzo. L'innata capacità dell'uomo di attivare e alimentare il meccanismo degli atti interiori o esteriori viene meno solo con la fine della vita.

Ogni sforzo inizia con una disposizione all'azione. Questa fase dura talmente poco che lo sforzo appare istantaneamente, cioè senza una preparazione percettibile o di durata percettibile, cosicché una sequenza di sforzo è costruita attraverso l'apparizione successiva degli elementi di sforzo. Lo sforzo o termina improvvisamente senza una durata percettibile della sua scomparsa, oppure gli

elementi di uno sforzo scompaiono uno alla volta cosicché ciascuno degli stati consecutivi di questa dissolvenza ha una durata percettibile e forma una sequenza.

Lo sforzo perciò così come lo intende Laban è una qualità di movimento. E' presente in un gesto e nelle sue variazioni e continua durante la performance di un gesto motorio portando informazioni espressive attraverso la sequenza dei gesti.

Ribadiamo che il lavoro di Laban mirava a capire come funzionano i fattori di movimento che vengono percepiti dall'osservatore e che trasportano informazione espressiva indipendentemente dallo specifico gesto prodotto (un colpo violento o una carezza), principalmente attraverso il *modo* di compierlo. Le variazioni di alcuni fattori di movimento concorrono nell'assegnare al gesto il suo potere espressivo.

La sua analisi si basa sull'individuazione di alcuni elementi che sono in grado di soddisfare i principali interrogativi che ci si pone ogni qual volta si deve eseguire un movimento:

- Cosa? (quale parte del corpo si muove? Che cosa devo muovere? Fa riferimento all'impiego della forza che viene esercitata e della resistenza che le si oppone). Ne "L'arte del movimento" (1999) Laban descrive accuratamente tutti i differenti modi di manifestare il movimento a partire da una descrizione schematica delle parti del corpo.

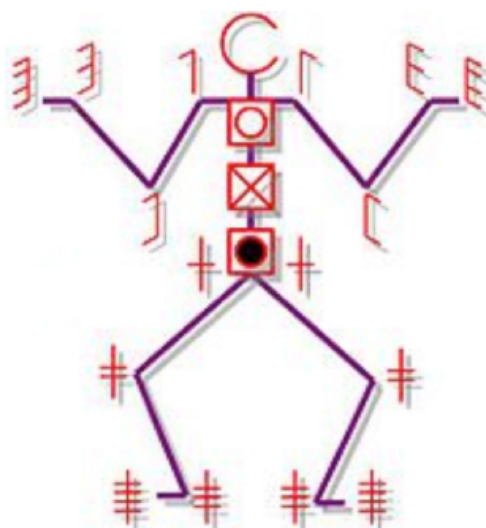


Fig. 3 - Suddivisioni fondamentali necessarie all'osservazione delle azioni corporee. Dall'alto verso il basso: articolazioni della parte destra e della parte sinistra del corpo: testa, spalle, gomiti, polsi, mano (dita). Tronco, parte superiore (centro di levità). Tronco parte inferiore (centro di gravità) anche, ginocchia, caviglie, piedi (dita).

- Dove? (Verso quale/i direzione/i spaziale/i è indirizzato il movimento? Quanto spazio occupa lo spostamento di un corpo o una parte di esso da una posizione dello spazio all'altra considerando che ovunque il corpo si muova o si trovi, è circondato da spazio). Descrizione delle direzioni verso le quali una certa parte del corpo si può muovere. Le descrizioni sono state raggruppare orizzontalmente attorno al centro dell'asse verticale.

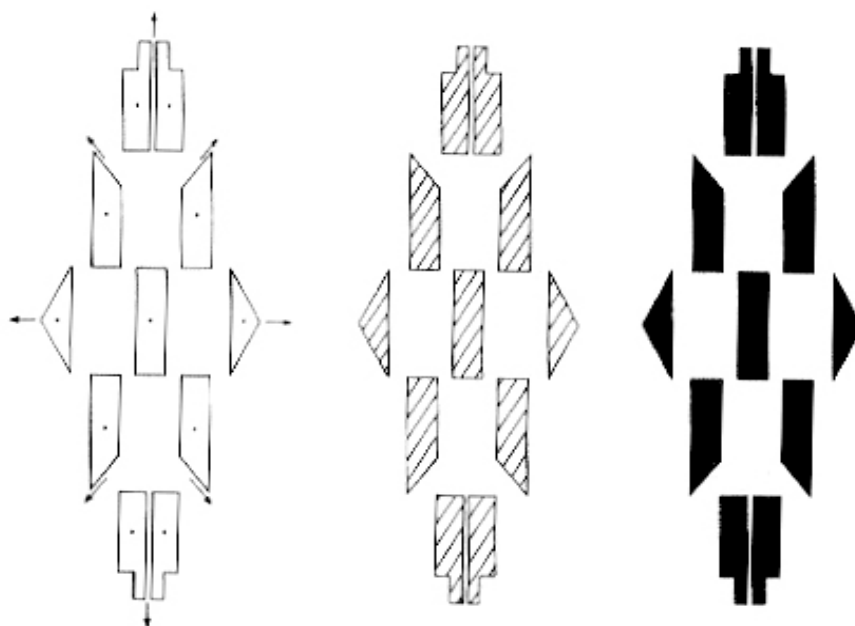


Fig. 4 - Schema delle possibili direzioni in cui un soggetto può muoversi. I riquadri possono essere di varie tessiture in base al tipo di livello (basso, medio, alto) rispetto all'asse verticale sul quale viene compiuto il movimento.

- Quando? (A quale velocità procede il movimento? Per quanto tempo? Ogni trasferimento di un corpo o parti di esso da una posizione nello spazio ad un'altra richiede tempo, di conseguenza ogni movimento è caratterizzato dalla durata o dalla porzione di tempo che richiede)

- Come? (Che grado di energia viene impiegata nel movimento? Un movimento si può descrivere come un composto delle sue forme - definite dalle traiettorie formate da tre o più punti nello spazio - e ritmi che si creano dalle combinazioni di tempo e

peso. Entrambi fanno parte del flusso di movimento nel quale si rende visibile lo "sforzo" esercitato da chi si sta muovendo).

Per quel che riguarda il “quando” e il “come” del movimento, la struttura della notazione Laban si complica e si organizza secondo tre linee che corrono verticalmente e che vanno lette dal basso verso l’alto della pagina. Il vantaggio è che qualsiasi cosa accada nella parte sinistra del corpo può essere scritta nella parte sinistra della struttura e idem a destra. La colonna centrale è utilizzata per registrare i trasferimenti di peso (ad es. i passi) mentre le altre colonne sono usate per registrare i gesti che non spostano il peso del corpo. Si possono aggiungere a destra e a sinistra tante colonne quante sono necessarie. Nelle varie colonne vengono scritti dei simboli per indicare la direzione della parte specifica del corpo che si dovrebbe muovere. La lunghezza del simbolo mostra il periodo di tempo che prende il movimento dal suo inizio alla fine. Dagli interrogativi visti sopra, emergono quelli che secondo la teoria di Laban sono i principali fattori di movimento: Peso, Spazio, Tempo e Flusso. La scelta di questi quattro fattori di movimento è motivata da spiegazioni razionaliste basate sulle leggi fisiche secondo le quali il peso del corpo è soggetto a gravità e perciò è un parametro da tenere sotto controllo; lo scheletro è un sistema di leve spinte dai nervi e dai muscoli attraverso le quali vengono determinate le direzioni da seguire nello spazio; il flusso del movimento è controllato dai centri neurali che reagiscono a stimoli sia interni che esterni; il movimento richiede una certa quantità di tempo che può essere misurato con esattezza (Barbacci, 2002).

Se non sono indicate notazioni particolari ogni movimento va fatto naturalmente utilizzando i segni di misurazione dello spazio e del tempo. Se invece il movimento da codificare è accentuato, vanno utilizzati segni di accento o segni di chiave nel caso dell’utilizzo di uno stile speciale.

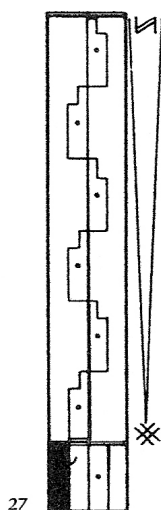


Fig. 5 - Esempio di rappresentazione di uno spostamento: “eseguire una serie di passi in avanti, cominciando con passi molto piccoli e gradualmente ampliandoli fino a farli diventare molto larghi”.⁴

Ogni movimento inoltre avviene spostando un corpo o parti di esso da una posizione dello spazio ad un'altra. Di conseguenza esso si può descrivere, almeno in parte a partire dai cambiamenti di posizione nello spazio. Ovunque il corpo si muova o si trovi è circondato dallo spazio, attorno al corpo si trova la sfera di movimento o cinesfera, la cui circonferenza può essere raggiunta estendendo normalmente gli arti senza spostarsi dalla posizione di partenza. L'immaginaria parete interna di questa sfera può essere toccata con le mani e con i piedi. Ogni punto di essa può essere raggiunto. Immediatamente fuori da questa sfera si trova lo spazio più ampio o spazio generale in cui si può entrare solo allontanandosi dalla posizione iniziale, bisogna uscire dai confini della propria sfera e crearne un'altra a partire da una nuova posizione (si trasferisce la propria sfera personale in un altro luogo dello spazio generale, anche se non si uscirà mai dalla propria sfera personale di movimento, ma la si porterà con sé come un guscio). Il trasferimento della sfera di movimento da un luogo all'altro dello spazio può avvenire lungo traiettorie lineari o curve. Si può anche saltare, trasportando così la sfera di movimento in un nuovo punto dello spazio. Nel trasferire la sfera di movimento con passi o con salti, il centro del corpo avanza, ma si può anche abbassare, il che induce a piegare le ginocchia, rannicchiarsi, inginocchiarsi, sedersi e sdraiarsi. i movimenti lungo la linea oppure

⁴ Laban (1999) p. 42

lungo circuiti di sequenze direzionali si possono eseguire sia in maniera fluida (in cui verranno sottolineati maggiormente i percorsi) che angolare (in cui verranno sottolineati maggiormente i punti).

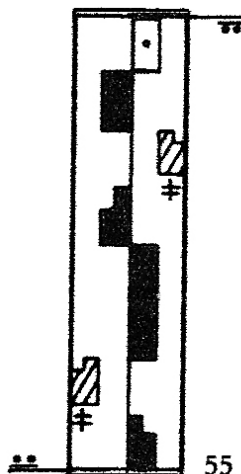


Fig. 6 - Esempio di rappresentazione di un salto: “fare un passo con la gamba destra avanti e immediatamente slanciare il ginocchio sinistro avanti-alto, cosicché il piede destro sia costretto a lasciare il suolo per un momento e poi lasciare che il peso ricada su di esso. Ripetere dall’altro lato e continuare questo movimento “a saltelli” diverse volte”⁵

Secondo Laban le posizioni fisse e l’immobilità non sono che mere illusioni poiché la vita è un flusso; di conseguenza egli privilegia una descrizione del movimento piuttosto che delle posizioni fisse.

La “Dance Notation Bureau” registra tutti i tipi di danza attraverso la notazione Laban ed ha creato un archivio contenente centinaia di danze registrate. Ciò aiuta gli esperti nella notazione e nella ricostruzione sia della danza classica che contemporanea.

Recentemente tale sistema è stato totalmente computerizzato per adattarsi a registrare i movimenti nel campo della danza e in molti altri settori in maniera ancora più efficace. Nonostante ciò, questo linguaggio non ha perso la “semplicità” e la genuinità che lo contraddistingueva fin dall’origine e che sono requisiti indispensabili per rendere giustizia della complessità ma anche dell’immediatezza con la quale si dà il movimento.

⁵ Laban (1999) p. 51

Guardare solo alla nozione descrittiva dei gesti non sembra perciò sufficiente per catturare le qualità del moto necessarie agli esseri umani o in generale agli esseri animati. Occorre in questo senso, guardare le rappresentazioni del movimento fuori dai vincoli degli atti comunicativi e l'analisi del movimento di Laban e le sue componenti fondamentali di "sforzo" e "forma" offrono un insieme quanto più comprensibile di parametri per descrivere la forma e l'esecuzione degli aspetti qualitativi di qualsiasi tipo di movimento animato.

Il lavoro di analisi del movimento e di individuazione dei parametri fondamentali che sottostanno al movimento nella danza, nonché il lavoro di codifica di ciascuno di tali parametri sono due fasi importanti per la comprensione ultima e generale di qualsiasi tipo di movimento. La teoria del movimento di Laban è stato uno dei punti cardine da cui si è partiti per strutturare un progetto sperimentale che rendesse conto di tutti i parametri più importanti che intervengono nei movimenti. Conoscere il modo in cui uno o più individui di fronte a certi specifici movimenti reagiscono o sono più inclini a comportarsi molto probabilmente potrebbe aprire nuovi scenari anche nella rappresentazione dei movimenti della danza, e semplificare anche la creazione di coreografie o di passi particolari soprattutto nelle situazioni di gruppo o nei "duetti" ad esempio.

2.2 PERFORMANCE ARTISTICHE E INGEGNERIA APPLICATA

L'arte è un campo in cui il riconoscimento dell'espressività nei gesti è di centrale importanza, così come lo è anche nella comunicazione della vita quotidiana.

Nelle performance artistiche, come abbiamo già visto nella danza, è di fondamentale importanza riuscire ad individuare quelle che sono le caratteristiche di base dei gesti per riuscire al contempo a coglierne a pieno il loro contenuto espressivo e di conseguenza poterli ri-interpretare o imitare attraverso dei mezzi di comunicazione anche molto diversi fra loro (come quando in una stessa performance vengono coinvolti più sensi contemporaneamente, associando ad esempio immagini che richiamano caratteristiche strutturalmente simili a quelle che si percepiscono ascoltando una musica che fa loro di sottofondo). In questo senso conoscere in

profondità le caratteristiche strutturali del movimento e prendere coscienza del fatto che nella riproduzione così come nell'imitazione ci sono due componenti da tenere sempre in considerazione quali l'identità e la contrarietà, diventano aspetti importanti, delle linee guida anche per la progettazione di performance artistiche o software applicativi.

Per questo i ricercatori dell' InfoMus Lab di Genova (<http://infomus.org>) stanno dedicandosi allo studio del "contenuto espressivo" dei gesti, cioè di quel contenuto che riguarda la comunicazione di aspetti legati ai sentimenti, stati d'animo, affetti e più in generale l'intensità dell'esperienza emotiva.

L'obiettivo del gruppo di Genova è quello di comprendere quali siano le variabili determinanti l'espressività dei gesti, utilizzando modelli computazionali e centrando l'analisi su applicazioni artistiche (sistemi interattivi applicati alla musica, danza e video), essendo nell'arte il riconoscimento dell'espressività nei gesti un fattore di centrale importanza.

Fin dalla sua nascita, nel 1984, InfoMus Lab è stato un centro di incontro tra ricerca scientifica e tecnologica da un lato e ricerca e produzione artistica e culturale, dall'altro, in un contesto internazionale di collaborazione interdisciplinare. Nel 2005, attraverso il progetto "InfoMus" in collaborazione tra l'Ateneo genovese, la Regione Liguria, la Provincia e il Comune di Genova, InfoMus Lab ha dato vita al centro di ricerca internazionale Casa Paganini – InfoMus. La ricerca scientifica di cui si occupano è caratterizzata dalla "cross-fertilization" di teorie scientifiche, umanistiche e artistiche; in particolare si dedicano allo studio di modelli computazionali del comportamento non verbale: gesto espressivo "full-body", emozioni, segnali sociali (empatia, entrainment), "audience interfaces". Il tutto attraverso sistemi multimediali innovativi come "EyesWeb", interfacce uomo-macchina multimodali, "user-centric media", sistemi per la fruizione attiva di musica e contenuti audiovisivi, sistemi interattivi per musei, nuove interfacce e sistemi multimediali interattivi per terapia e riabilitazione. Hanno sviluppato inoltre nuove applicazioni e sistemi multimediali interattivi per il miglioramento della qualità della vita (independent living, terapia e riabilitazione, "entertherapy"), la fruizione attiva di beni culturali, sistemi multimediali interattivi per musei e centri della scienza, nuovi sistemi e tecnologie per la fruizione di contenuti audiovisivi basati su smartphone e nuovi media, per

l'industria e la didattica musicale, per il teatro e la danza, per entertainment oltre che sistemi per l'analisi e la previsione dell'ascolto televisivo e dei media.

I loro risultati di ricerca vengono utilizzati per implementare nuove sperimentazioni e il trasferimento dei dati emersi dalla ricerca scientifica in progetti artistici e culturali, condotte in collaborazione con le istituzioni del settore, i teatri, i musei – per esempio, attraverso un'analisi del coinvolgimento del pubblico e lo sviluppo di una liuteria digitale. L'obiettivo generale è quello di aumentare la trasferibilità dell'esperienza espressiva in applicazioni per l'ambiente virtuale.

Nella terminologia degli studiosi di Genova, il concetto di “gesto espressivo” è esteso rispetto al concetto tradizionale di gesto in quanto si considera la comunicazione di contenuto espressivo che si svolge anche in assenza di un esplicito movimento direttamente coinvolto nel processo di comunicazione. Una stessa azione infatti, può essere compiuta in modi diversi sottolineando qualità del movimento di volta in volta diverse. Ad esempio è possibile ottenere informazioni sullo stato d'animo di una persona semplicemente guardando come cammina. La camminata può essere considerata un gesto espressivo anche se non rimanda ad un significato ad esso associato.

Le fonti principali che influenzano la loro ricerca sono: le tecniche di biomeccanica e di motion capture; le ricerche e le teorie di vari artisti sulla comunicazione dell'espressività nella danza (Rudolf Von Laban) e nella musica (Pierre Schaeffer); ricerche e teorie di psicologi sulla comunicazione non-verbale e dell'espressività (Harald G. Wallbott, Michael Argyle); ricerche e teorie sul “Kansei”⁶ e sull'eccitamento\valutazione emotiva; ricerche e teorie delle performance musicali.

⁶ “Kansei” è una parola giapponese che non ha un corrispettivo diretto nelle lingue occidentali o comunque ogni tentativo di traduzione cattura soltanto alcuni aspetti del Kansei. Il concetto è fortemente legato a quello della personalità e della sensibilità ed è un'abilità che permette agli esseri umani di risolvere i problemi e di elaborare le informazioni in modo rapido e personale. In ogni azione eseguita da un essere umano si possono trovare delle tracce della sua Kansei così come del suo modo di pensare di risolvere i problemi e della sua personalità. Il Kansei si riferisce quindi alla capacità umana di elaborare le informazioni non solo in modo logico; è collegato al problem solving all'analisi e alla sintesi delle informazioni. Un artista esprime la sua Kansei attraverso le sue opere o performance: esse lasciano tracce della sua Kansei, del suo prodotto, del suo messaggio. Un attore o ballerino esperto è in grado di simulare il Kansei necessario per rendere più credibile il personaggio che sta simulando. Anche la persona che vedrà il lavoro del ballerino o dell'attore, o il capolavoro grafico o musicale dell'artista, userà il proprio Kansei per valutarlo, per estrarre il significato e l'informazione sul Kansei percepito.

Attraverso la performance artistica vengono evocate una serie di emozioni di base che coinvolgono anche gli spettatori. La comunicazione emotiva solitamente viene descritta in termini di spazi emotivi: il gesto infatti è portatore di una serie di caratteristiche temporali/spaziali responsabili di veicolare l'espressività.

Tradizionalmente un gesto è definito come un moto del corpo che veicola informazioni. In questo senso i gesti possono essere concepiti come dei veicoli che portano queste caratteristiche espressive ed è possibile che l'espressività in quanto tale sottostia ad alcuni modelli universali e regole generali. La ricerca degli studiosi dell'Info Mus Lab focalizza sulla comprensione e lo sfruttamento di questi modelli e regole attraverso l'elaborazione a computer delle caratteristiche che definiscono l'espressività. Ma quali sono queste caratteristiche? Essi ritengono che siano delle caratteristiche presenti su più livelli:

- segnali fisici (l'informazione che viene catturata dai sensori del sistema dei computer);
- caratteristiche di basso livello delle dinamiche di movimento e parametri statistici (la variabilità del tempo, il livello del suono, la forma dello spettro, la variabilità dell'articolazione, la velocità dell'attacco, la densità del pitch, il grado di accento, la periodicità, ecc.);
- caratteristiche di medio livello e mappe (legati agli spazi o mappe semantiche, vengono modellate le caratteristiche di basso livello in modo tale che rendano conto dell'espressività in termini di eventi, forme, modelli, o come traiettorie negli spazi o nelle mappe);
- concettualizzazioni di alto livello e tassonomie (metafore sintetiche e cinestetiche, questo livello contiene una rete che collega concetti a caratteristiche di basso e medio livello. La rete specifica le relazioni tra queste caratteristiche e i concetti. Tali strutture possono descrivere le quattro emozioni di base -paura, rabbia, felicità, dolore- o può mappare dei gesti nel contesto concettuale di Laban dello "sforzo" del gesto).

Riassumendo, gli esseri umani possono comprendere le modalità emotive come la felicità, la rabbia, la tristezza, ecc. attraverso il modo in cui l'artista mette in atto la sua performance. L'informazione emotiva che il corpo umano porta con sé, verrebbe perciò espressa attraverso questa particolare forma di comunicazione fra umani che è il Kansei.

Tre in particolare sono gli aspetti del “gesto espressivo” che sono stati presi in considerazione nei vari studi: l’analisi multimodale del gesto espressivo umano nel movimento del corpo nella sua globalità o corpo intero (il movimento umano può essere utilizzato per studiare i meccanismi che sono alla base della comunicazione di contenuto espressivo, in questo senso la ricerca è focalizzata sull’individuazione ed estrazione delle caratteristiche umane del movimento di tutto il corpo e che sono correlate con la comunicazione di contenuto espressivo); il gesto espressivo come portatore di un’esperienza emotiva (il gesto espressivo è inteso come un gesto che induce un’intensa esperienza emotiva nel pubblico: individuare quali caratteristiche uditive e visive sono per lo più coinvolte nel portare le intenzioni espressive dell’esecutore e testare il modello sviluppato confrontando le prestazioni con le valutazioni degli spettatori delle stesse esecuzioni musicali); mappatura del gesto espressivo nella produzione multimediale (esplorazione di come l’espressività trasmessa dal gesto espressivo può influenzare la generazione di output multimediali come suoni, musica, luci, movimenti, mezzi di comunicazione visiva, ecc.).

L’archivio di analisi del movimento Eyesweb applica le tecniche di processamento di segnali, statistiche e computer video, per estrarre caratteristiche espressive dal movimento del corpo umano così da poter individuare e tracciare il movimento nelle immagini in entrata da uno o più video. Data poi una silhouette si sviluppa un algoritmo per segmentarla in sotto regioni utilizzando dei modelli di proiezione spazio-temporali. Questo algoritmo fornisce anche un modo per computare meglio la posizione del centro di gravità del corpo e le sotto-regioni nella silhouette del corpo.

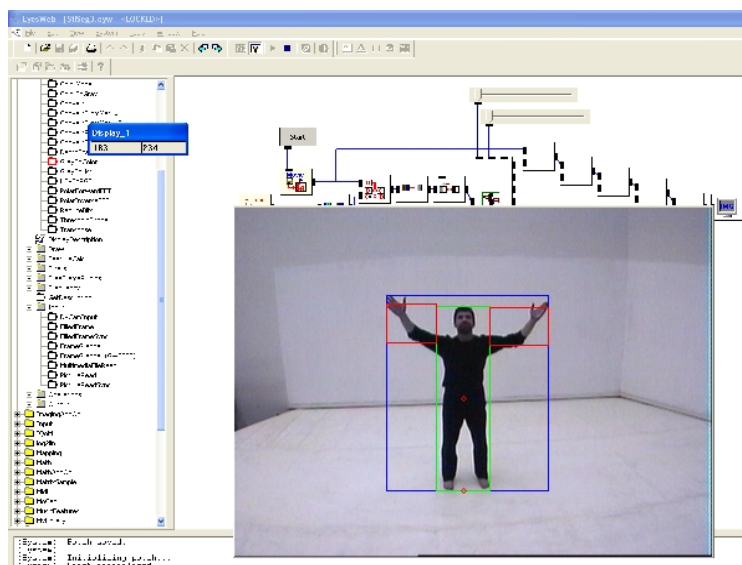


Fig.7 - Esempio di estrazione delle informazioni da un video tramite la piattaforma Eyesweb.

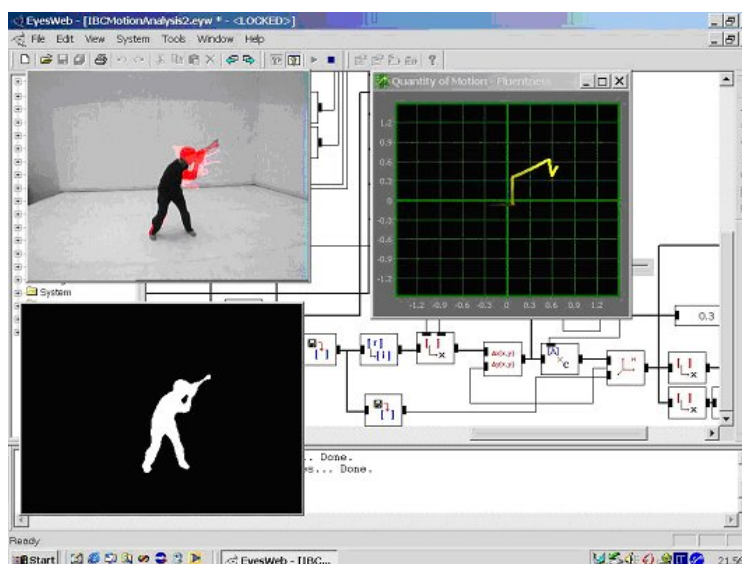


Fig. 8 - Esempio di silhouette estratta da un video tramite la piattaforma Eyesweb.

Iniziando dalla silhouette, quindi, vengono estratti un insieme di parametri espressivi: quantità di moto (la silhouette di un'immagine in movimento è un'immagine che porta informazioni sulle variazioni della forma della silhouette negli ultimi frammenti del video. Può essere considerato come una misura superiore dell'aumento di moto, che implica velocità e forza); forza\orientamento delle parti del corpo (permette di computare gli assi di un'ellisse che può essere considerata come un'approssimazione della silhouette - l'orientamento degli assi è collegato all'orientamento del corpo); indice di contrazione (è una misura che va da zero a uno,

ed esprime il modo in cui il corpo utilizza lo spazio intorno a sé. E' collegato allo "spazio personale" di Laban e può essere calcolato o considerando come indice di contrazione l'eccentricità dell'ellisse ottenuta o utilizzando un'altra tecnica che riguarda le regioni delimitate.

Il sistema osserva l'ambiente ed analizza i gesti espressivi del performer (Camurri, Mazzarino, & Volpe, 2004). L'informazione espressiva estratta dai quattro livelli di analisi, è trattata come input informativo. Le caratteristiche di basso livello producono delle risposte immediate (ad es. un aumento di energia nel movimento del danzatore produrrà un aumento del ritmo nelle percussioni o il crescendo di un pianista potrà produrre colori più vividi in forme astratte proiettate, ecc.). Caratteristiche di alto livello invece producono dei cambiamenti minori ma continui nel contesto della performance: una transizione da un movimento rigido e arrabbiato ad uno morbido e felice produce un cambiamento graduale continuo nell'associazione dei movimenti del danzatore al suono e agli strumenti musicali. Allo stesso modo dell'estrazione delle caratteristiche, anche le strategie di controllo sono strutturate su livelli diversi:

- strategie espressive dirette (del tutto prive di dinamiche espressive; vengono solitamente usate per implementare il comportamento reattivo)
- strategie espressive indirette (processi razionali e cognitivi, possono influenzare le strategie espressive dirette; sono solitamente caratterizzate da uno stato di evoluzione nel tempo e da processi decisionali - ad es. si possono prendere decisioni basandosi sulle informazioni in entrata circa il contenuto espressivo da riprodurre)
- monitoraggio e mapping espressivo (algoritmi che provano a misurare i livelli più bassi rispetto a quelli più alti della performance, influenza sia le strategie espressive dirette che quelle indirette; permettono di rendere più efficace la mappatura espressiva).

I ricercatori delle animazioni a computer hanno attivamente studiato le classi di movimento umane, ma rimanendo ad un livello superficiale è difficile generare dei movimenti posturali e degli arti che siano convincenti e comunicativamente "naturali". L'impressione che si ha quando si guarda un movimento creato con la

computer graphic è che i gesti sintetizzati mancano ancora di alcune qualità che li faccia sembrare “giusti”. Infatti, i personaggi sembrano compiere le loro azioni in maniera corretta, ma con una sorta di goffaggine che mette subito in evidenza che la performance è sintetizzata. Non è un problema di animazione computerizzata di per sé, ma si tratta di una lacuna fra ciò che l’animatore intuisce in un personaggio e ciò che accade nel movimento sintetizzato.

Gli scienziati di InfoMus Lab, ritengono che l’analisi del gesto espressivo possa offrire un aiuto per la formulazione di parametri in grado di descrivere la forma e l’esecuzione degli aspetti sia quantitativi che qualitativi dei movimenti.

Il gesto espressivo perciò è un concetto chiave nella ricerca dell’InfoMus Lab poiché il gesto non è inteso solamente come denotante delle cose o come supporto del discorso all’interno del quadro tradizionale del gesto naturale, ma l’informazione che contiene e che veicola è trattata come collegata ad un dominio emotivo, affettivo. Da questa prospettiva, il gesto può essere considerato “espressivo” - quello che Hashimoto (1997) chiama “kansei”. Tornando allora la stessa azione (es. camminare) ma originata in modi diversi, ponendo l’accento su qualità differenti del movimento: nel caso dell’analisi dell’andatura si potrebbero distinguere diversi obiettivi e diversi livelli di analisi: le caratteristiche fisiche del movimento, al fine di classificarle; il contenuto espressivo che l’andatura veicola; informazioni sullo stato emotivo che il camminatore comunica attraverso il suo modo di camminare.

In un certo senso, il lavoro di questo gruppo di ricerca può essere considerato come un tentativo di colmare il divario tra le scienze umane e informatiche, con l’obiettivo comune di comprendere i gesti e la loro forza comunicativa da un punto di vista scientifico (comprensione dei canali di comunicazione non-verbali), ingegneristico (costruzione di sistemi interattivi forti ed efficaci per l’applicazione su diversi domini) e artistico (sfruttando la tecnologia si possono fornire i mezzi per arricchire il linguaggio di nuove forme innovative di arte).

Lo spostamento di attenzione all’interazione uomo-macchina mette in evidenza la necessità di un’indagine più approfondita dei meccanismi di comunicazione uomo-uomo per utilizzare questa conoscenza ai fini implementativi. Tale necessità di mutuo soccorso apre a nuove frontiere: se da un lato la ricerca tecnologica può beneficiare dei modelli e teorie mutuuate dalla psicologia, dalle scienze sociali,

dall'arte e dagli studi umanistici, dall'altra queste discipline possono trarre vantaggio dagli strumenti che la tecnologia è in grado di fornire. In particolare, lo spostamento di attenzione sull'interazione *naturale* mette in primo piano la sfera emotiva e dell'affettività che, al contrario, per tanti anni era stata trascurata a favore di aspetti più cognitivi (Picard, 2000; Hashimoto, 1997). Allo stesso tempo è cresciuto anche l'interesse per la fisicità (dagli studi sugli esseri umani in quanto "cervelli" agli studi sugli esseri umani come soggetti dotati di un corpo che interagisce con l'ambiente). Perciò la rilevanza del movimento e del gesto motorio come canali principali di comunicazione non verbale diventa evidente e un numero crescente di ricerche si muove in questa direzione.

2.3 SPORT E FISIOTERAPIA

Nello sport lo studio del gesto motorio ricopre un ruolo fondamentale: identificare il gesto compiuto dall'altro (avversario o membro della propria squadra) e decidere velocemente come reagirvi è essenziale. In particolare in tutte quelle situazioni in cui ci si trova "faccia-a-faccia" di fronte all'avversario e in una frazione di secondo si è chiamati a decidere quale direzione, forma o intensità dare al movimento di reazione portano in primo piano la questione della percezione del gesto da compiere come imitativo o contrario al gesto osservato.

2.3.1 SPORT

Il punto di partenza di qualsiasi riflessione sul gesto sportivo è lo schema motorio, che può essere definito come una rappresentazione mentale di regole, concetti e relazioni generata grazie all'esperienza e dalla quale vengono tratte le specificazioni richieste per eseguire una particolare versione del movimento. La mappa cognitiva attivata per la realizzazione di una determinata azione negli sport di squadra, come ad esempio nella pallavolo, deve essere coordinata con quella di tutti gli altri componenti il gruppo. Per ottenere una perfetta sincronia è necessario che gli

atleti di una stessa formazione condividano sia gli schemi motori generali della disciplina che quelli delle tattiche da attuare nei vari momenti di gioco (Bazzarin, 2009).

La rappresentazione dei modelli di azione possibili e la loro realizzazione coordinata si ottiene per mezzo di ripetute sedute di allenamento. Spesso gli allenatori di pallavolo fanno provare i movimenti di squadra “a secco”, cioè senza palla, per far memorizzare la sequenza di azioni previste da un determinato schema. Generalmente viene disposta sul campo una formazione tipo; agli atleti viene rappresentato, verbalmente, un possibile momento di gioco - come, per esempio, un attacco dal centro di seconda linea da parte della squadra avversaria - e la formazione deve assumere la configurazione migliore per difendersi da questo particolare tipo di attacco. L'allenatore per dare un'idea del tempo dell'azione avverte che l'attacco avverrà nel momento in cui lui batterà le mani e da quel momento gli atleti/le atlete cominceranno a muoversi nello spazio di loro competenza per “coprire” la maggior porzione possibile di superficie del campo. Almeno un'atleta salterà “a muro” per tentare di bloccare la palla prima che superi la rete e per ridurre il numero di traiettorie possibili per l'attacco. La palleggiatrice si escluderà, arretrando, dalla difesa, per essere pronta a ricevere il secondo tocco e preparare l'azione di attacco di risposta. Le persone impiegate in difesa, raggiunta la posizione ottimale, abbasseranno il baricentro del corpo, flettendo le gambe, e sposteranno il peso verso avanti in modo da essere pronte per scattare a raggiungere la palla.

In generale il movimento di una squadra di pallavolo che si prepara ad un'azione è simile a quello eseguito da una squadra di nuoto sincronizzato durante una coreografia. L'unica differenza rilevante riguarda la tipologia di movimenti che ogni atleta deve eseguire. Mentre nel nuovo sincronizzato l'armonia è data dalla contemporanea esecuzione dello stesso movimento da parte di tutte le atlete, nella pallavolo i movimenti differiscono da ruolo a ruolo, da momento a momento e da posizione a posizione. Per essere un discreto giocatore di pallavolo è necessario immagazzinare il più vasto numero di situazioni possibili, per anticipare la traiettoria della palla e trovarsi al posto giusto al momento giusto per eseguire l'azione in modo ottimale. La velocità raggiunta dalla palla, specialmente in un'azione di attacco, non

permette di avvalersi della percezione visiva per effettuare i movimenti necessari alla risposta. Gli schemi di gioco servono proprio per questo; per anticipare il movimento che dovrà essere eseguito. Quando si assiste ad una partita di pallavolo è possibile notare che il giocatore sotto rete comunica ai compagni di squadra quale sarà l'azione di attacco per la quale predisporrà. Questa comunicazione avviene per segni convenzionali effettuati con una o due mani. I segnali sono più o meno standard, ma il significato cambia a seconda delle varie formazioni. Ogni squadra dispone di un proprio codice. La presenza di segnali comuni a tutti permetterebbe agli avversari di conoscere in anticipo le intenzioni della squadra e anticipare ulteriormente la disposizione per la difesa.

La particolarità di questa segnalazione consiste nel fatto che si tratta dell'attivazione di uno schema che si effettuerà solo nell'eventualità in cui ricezione e difesa funzionino nel migliore dei modi. Per i non addetti è necessario forse un ulteriore chiarimento. L'azione viene chiamata durante l'intervallo compreso tra la fine di un'azione e la rimessa in gioco della palla e si riferisce allo schema da attuare dopo che l'altra squadra avrà ricevuto la battuta, avrà costruito a sua volta un'azione di attacco che sarà stata difesa in modo tale da rendere ri-giocabile la palla. Sembra utopistico ed inutile pensare di programmare un'azione dopo questa lunga serie di "se", ma più elevato è il livello della competizione più è probabile che tutti questi eventi si verifichino in una concatenazione a volte anche piuttosto lunga e che si concluda con l'assegnazione del "punto".

Gli schemi di gioco possono costituire anche una strategia specifica per affrontare, in gara, formazioni di cui sono note determinate lacune o caratteristiche di gioco. In tutti gli sport di squadra gli allenatori sono dotati di blocchi o lavagnette su cui è stilizzato il campo di gioco visto dall'alto. All'interno di questo campo vengono collocati i giocatori, che possono essere simboleggiati da un triangolino, da un numero o indicati con il loro nome. In questi disegni, che rappresentano la posizione di partenza di ogni giocatore, sono presenti dei vettori che indicano il movimento da effettuare da ogni posizione in determinate situazioni. Lo schema in questo modo assume dinamicità e permette all'allenatore di far visualizzare ai suoi atleti l'azione. L'obiettivo in ogni sport di opposizione è quello di prevedere le mosse degli avversari e sorprenderli con le proprie.

Alcuni studi sul baseball, riportano che per eseguire il proprio movimento il battitore deve calcolare anche la velocità con cui arriva la pallina lanciata dall'avversario e sulla base di ciò individuare il giusto momento in cui iniziare l'azione tenendo in considerazione il tempo di collisione (Lee & Young, 1986). Altri lavori, invece, hanno riscontrato che gli oggetti con traiettoria perpendicolare sono più difficili da intercettare, pertanto, sostengono che in questo specifico caso l'informazione utilizzata non sia quella della grandezza dell'immagine retinica, ma la posizione angolare e la velocità dell'oggetto (Tresilian 1994). Da uno studio sui movimenti oculari nel cricket di Land e McLeod (2000) emerge, invece, che per colpire la palla in maniera efficace gli atleti tendevano a valutare, oltre al tempo di collisione, anche altri aspetti quali: l'angolo della traiettoria di rimbalzo e/o il tempo di rimbalzo relativo al tempo di lancio. Da questi lavori, quindi, ne consegue che non è soltanto la stima del tempo di collisione a determinare la capacità di intercettare un oggetto in movimento, ma a seconda della specifica situazione e dal tipo del lancio vengono utilizzate specifiche strategie visuo-motorie. Infine, è importante evidenziare che le informazioni sulla destinazione finale dell'oggetto lanciato non vengono fornite soltanto dalla traiettoria svolta dall'oggetto stesso, ma altre fondamentali indicazioni vengono date tramite la posizione del corpo del soggetto che lancia la palla. Numerosi studi, che hanno utilizzato le occlusioni visive (Jones & Miles, 1978; Abernethy & Russel, 1987; Williams & Burwitz, 1993) o il tracciato dei movimenti oculari (Williams, Davids & Williams, 1999; Goulet, Bard & Fleury, 1989; Williams, Ward, Knoweles & Smeeton, 2002) indicano, infatti, come la gestualità di chi compie il gesto fornisce anticipatamente la traiettoria del tiro fornendo ulteriori indicazioni per calcolare correttamente il punto in cui prendere o colpire l'oggetto.

Ma anche considerando degli sport individuali come il tennis ad esempio, durante uno scambio possono intervenire alcune variabili che vanno a modificare lo scenario percettivo dell'atleta, come lo spostamento dell'avversario in una diversa zona del campo. Gherzil (2010) ha condotto due esperimenti per cercare di individuare nei tennisti, in termini di tempo, il punto in cui non è più possibile modificare l'indirizzamento della palla in una specifica direzione con l'obiettivo di

creare uno strumento per valutare e/o allenare tale abilità. I risultati emersi da questi primi due lavori indicano che la performance non decresce linearmente con la diminuzione del tempo disponibile per effettuare il colpo, come contrariamente sostenevano Texeira e Franzoni (2002), ma che esiste una determinata soglia entro la quale gli atleti non riescono più ad adattare il loro gesto motorio alla situazione percepita, e quindi non riescono più ad essere efficaci in termini di accuratezza (Rodriguez, Vickers, Williams, 2002). Da quanto riportato da Schmidt & Wrisberg (2000), l'informazione percettiva più rilevante sembra essere quella visiva, poiché ci fornisce informazioni temporali e spaziali in merito ai movimenti effettuati da noi stessi e a quelli degli oggetti che ci circondano come, ad esempio, la traiettoria e la velocità di una palla. Ma sebbene gli input visivi sembrano dominare sulle altre modalità, anche gli altri canali percettivi forniscono indicazioni importanti agli atleti. Il sistema percettivo acustico, ad esempio, può dare istruzioni aggiuntive in merito alla sequenza temporale dei movimenti (Keele & Summer, 1976) e, pertanto, fornire anticipatamente all'atleta importanti informazioni sull'azione dell'avversario. Ciò è particolarmente evidente negli sport con racchetta, dove il suono del colpo può dare al giocatore esperto indizi sulla profondità e sull'effetto della palla (Button, 2002).

Mentre alcuni aspetti della scenario percettivo sono statici, altri si muovono nel contesto circostante con diverse direzioni e a diverse velocità. Considerando, inoltre, che il movimento può essere dovuto, non solo agli spostamenti degli oggetti osservati, ma anche a quelli dell'osservatore, risulta particolarmente evidente che le componenti che riguardano la percezione del movimento risultano alquanto complesse.

Percepire le azioni, soprattutto nei contesti sportivi, non implica solo individuare le proprietà di movimento del singolo oggetto; tali caratteristiche devono essere rapportate al compito da svolgere e alla posizione del corpo dell'atleta in quel preciso momento.

Le cose diventano ancora più complesse, quando il compito del soggetto non si limita alla semplice percezione del contesto, ma riguarda l'interazione con gli oggetti che si muovono al suo interno. Evitare una collisione oppure intercettare un oggetto in movimento implicano la pianificazione e l'esecuzione del gesto sulla base della

stima del tempo di contatto, ovvero del tempo necessario perchè soggetto e oggetto giungano a distanza zero (Spinelli, 2002).

Per imitare il gesto dell'altro, per seguirlo, per sostenerlo, per affiancarlo nel migliore e più veloce modo possibile sarebbe perciò molto utile conoscere quali sono i segnali e le strutture che rimandano ad un comportamento contrario oltre che identico nella riproduzione dei movimenti (per riuscire ad intercettare un oggetto esterno, per evitare o affrontare un avversario, ecc.). Come emerge da questa panoramica, se questi sono i temi su cui si è concentrato l'interesse della psicologia per gli aspetti cognitivi legati alla pratica sportiva, manca in questo quadro una specifica attenzione a come i soggetti comprendano la relazione tra i propri gesti e quelli compiuti da un altro individuo (compagno di squadra, allenatore o avversario).

2.3.2 FISIOTERAPIA E RIABILITAZIONE

Dal punto di vista motorio, ogni essere vivente deve essere in grado di adattarsi all'ambiente in cui si trova per sopravvivere e svolgere la propria attività, statica e dinamica. Tale adattamento richiede la possibilità di cogliere ciò che succede nell'ambiente e, conseguentemente, di assumere le posizioni più consone alla situazione e alle proprie esigenze di comportamento. Possiamo definire "postura" ciascuna delle posizioni assunte dal corpo, contraddistinta da particolari rapporti tra i diversi segmenti somatici.

Il concetto di postura, quindi, non si riferisce ad una condizione statica, rigida e prevalentemente strutturale. Si identifica invece, con il concetto più generale di equilibrio inteso come "ottimizzazione" del rapporto tra soggetto e ambiente circostante, cioè quella condizione in cui il soggetto assume una postura o una serie di posture ideali rispetto alla situazione ambientale in quel determinato momento e per i programmi motori previsti.

La posturologia si propone di studiare l'essere umano nel suo complesso ed in particolare come questo si pone in relazione allo spazio, alle cose ed alle persone che lo circondano. La postura di un soggetto non è da intendersi solo come la posizione del corpo nello spazio, bensì ha un valore più profondo poiché è una via di

comunicazione extraverbale dell'organismo che manifesta l'integrazione che l'organismo riesce a trovare rispetto a ciò che lo circonda. Lo studio della postura può fornire pertanto indicazioni preziose sulla persona e sulla sua condizione fisica in un determinato momento della vita e consente di correlare ed integrare valutazioni specifiche quali quella neurologica, oculistica, ortopedica, fisiatrica, odontoiatrica, ecc.

Con Sistema-Tonico-Posturale (S.T.P.) ci si riferisce ad un insieme di strutture comunicanti e di processi cui è affidato il compito di lottare contro la gravità, opporsi alle forze esterne, situarci nello spazio-tempo strutturato che ci circonda, permettere l'equilibrio nel movimento, guidarlo e rinforzarlo. Per fare ciò l'organismo utilizza differenti risorse:

- gli esterocettori: ci posizionano in rapporto all'ambiente (tatto, visione, udito);
- i propriocettori: posizionano le differenti parti del corpo in rapporto all'insieme, in una posizione prestabilita;
- i centri superiori: integrano i selettori di strategia, i processi cognitivi e rielaborano i dati ricevuti dalle due fonti precedenti.

La stabilità di un corpo è determinata da alcuni fattori primari (altezza del centro di gravità, ampiezza e forma della base di appoggio, posizione relativa fra la linea di gravità e la base di appoggio, quantità di moto del corpo – massa x velocità) e secondari (orientamento della base di appoggio rispetto alla linea di forza, condizioni di vincolo, orientamento dello sguardo, stato fisico ed emozionale del soggetto).

Nella fisioterapia si fa uso di moltissimi strumenti specifici e analisi per individuare e migliorare ciascun problema di postura come il “baro podometro elettronico” (apparecchiatura che rileva le pressioni plantari sia in stato di moto che di quiete, è un sistema che studia le pressioni con specifica applicazione nell'analisi del piede; l'informazione pressoria – statica, dinamica, posturale – è utile per approfondire la diagnosi clinica e nella valutazione degli iper-carichi), l'analisi stabilometrica (viene calcolato lo spostamento dei centri di pressione di ciascun arto e del baricentro corporeo, per evidenziare le oscillazioni del paziente in risposta alle influenze gravitazionali; le informazioni degli spostamenti sono valutate attraverso

una serie di parametri numerici e grafici), l'analisi riassuntiva con ellisse, il radar balance, la velocità con "regression line", cicli di compensazione, valori di normalità, ecc.

In tutti gli sport e in particolare nello sci, la propiocezione è molto importante per la prevenzione, la riabilitazione e l'allenamento. Fin'ora sono state utilizzate pedane propriocettive che consentono al soggetto di lavorare su un unico piano al fine di ampliare le posizioni iniziali di lavoro. Il principio base di questi attrezzi, denominati pedane propriocettive ad assetto modulare variabile (A.M.V.) è da ricercare nella posizione di lavoro iniziale del soggetto che differisce da pedana a pedana. Dal punto di vista biomeccanico si traduce con angoli di lavoro degli arti inferiori differenti e come tali con tensioni muscolari diverse. Con un piano di lavoro per ogni arto ci saranno infinite possibilità di soluzioni per far lavorare il soggetto con carichi differenti sul piano frontale (antero-posteriore) e sul piano sagittale (lato destro-lato sinistro).

Da questa breve panoramica si può dedurre l'importanza, anche nel campo della fisioterapia, della conoscenza delle proprietà e dei fattori che sottostanno al movimento, in questo caso in particolare a quello biomeccanico umano. Tuttavia la letteratura al proposito non ha ancora affrontato in maniera specifica la relazione di identità e di contrarietà che intercorre nelle sedute di riabilitazione fra lo specialista e il paziente. Probabilmente ciò snellirebbe e semplificherebbe molto le dinamiche sia al livello di movimento locale (concentrandosi su una parte ben definita del corpo) sia a livello di movimento globale (concentrandosi sul movimento del corpo nella sua interezza).

2.3.3 FITNESS

Anche nel Fitness, e in particolare nel Fitness Musicale di gruppo (tutte quelle attività ginniche che si svolgono comunemente in palestra sotto la guida e la supervisione di un trainer) ricoprono un ruolo fondamentale lo studio della postura, del rapporto fra l'individuo e lo spazio circostante e soprattutto l'imitazione. Così come nell'esempio della danza visto sopra, anche nel Fitness di gruppo la lezione si

svolge in una maniera ben strutturata, con degli spazi fisici precisi da utilizzare e una gestualità tecnica legata al tipo di attività (detto “cueing”). In un ambiente rumoroso o affollato, così come lo è quello della palestra, la gestualità viene e dovrebbe essere rigorosamente utilizzata per farsi capire e per interagire con gli allievi. Il corpo, con posture, movimenti e atteggiamenti, completa e addirittura supplisce in modo eccellente all'utilizzo della voce. Il corpo agisce, reagisce e comunica costantemente. Tra le abilità che si richiedono all'istruttore vi è quella di allenare i sensi per riuscire a cogliere meglio i messaggi (feed-back) che vengono inviati dalle persone cercando di percepire ed interpretare gli atteggiamenti corporei e le espressioni facciali come dei veri segnali.

Nonostante le numerose regole implicite che chi svolge questo lavoro dal punto di vista del trainer conosce bene, non sono noti studi che abbiano affrontato in particolare questi temi in maniera approfondita, se non qualche pagina “di rito” nei manuali dei corsi di formazione. Di fatto, invece, avere una conoscenza fondata e profonda delle dinamiche comportamentali degli esseri umani in relazione allo spazio, agli altri e in particolare alla relazione di frontalità, potrebbe essere d'aiuto per agevolare e snellire alcuni momenti della lezione. Permetterebbe di riuscire a capire meglio le necessità dell'allievo andandogli incontro con esempi o comandi di più semplice e immediata comprensione, di riuscire a supervisionare meglio non solo un individuo alla volta ma più individui contemporaneamente (possibilmente l'intero gruppo) così da gestire meglio la lezione e aumentare il livello di soddisfazione dell'allievo, che riesce a fare meglio e a fare insieme con il resto del gruppo.

A differenza degli sport di squadra o individuali, nel Fitness di gruppo il rapporto è sempre uno (trainer) a tanti, ma le dinamiche rimangono le stesse, soprattutto per quello che riguarda l'imitazione e il rapporto con lo spazio.

Nella mia esperienza di trainer nel Fitness Musicale di gruppo ho notato una serie di comportamenti che non sono mai stati tematizzati in una letteratura specifica, ma che vale la pena di sottolineare perché mi sembra che trovino una loro giustificazione all'interno del problema dell'imitazione dei gesti motori e in quanto tali vadano tenuti in considerazione. Uno di essi riguarda la compatibilità spaziale: ad esempio, a parità di gesto – poniamo braccio destro disteso avanti al petto - se l'istruttore è verticale e il soggetto è disteso a terra, è molto probabile che nonostante

l'indicazione verbale e l'indicazione visiva data dal trainer, gli allievi seguano la direzione allocentrica del movimento dell'insegnante e quindi distendano anche loro le braccia in orizzontale, lungo i fianchi, anziché verso l'alto davanti al petto (come ci si aspetterebbe da un tipo di imitazione egocentrica).

Un'altra piccola osservazione riguarda la lateralizzazione: solitamente le persone tendono a cominciare con la metà del corpo "preferita" (quella verso cui sono spontaneamente lateralizzati). Ma presto si rendono conto di dover seguire l'indicazione e l'esempio dell'istruttore che sta loro davanti, altrimenti se ciascuno iniziasse con la parte del corpo preferita si creerebbe disomogeneità nella classe e nelle lezioni più affollate potrebbero originarsi anche dei problemi. Si pone quindi il problema di identificare un modo di indicare i movimenti corporei e allo stesso tempo la direzione di spazio da occupare che funzioni in modo concorde per tutti i membri del gruppo.

Un'ulteriore osservazione in merito alla postura: se l'istruttore è posto "a 0°" (cioè rivolto verso la stessa parte di spazio verso cui è rivolto il soggetto) probabilmente avrà più chances di essere imitato in senso anatomico, perché avere il modello davanti e girato di spalle, cioè in una situazione di omopostura, facilita il compito di imitazione sia in senso allocentrico che in senso egocentrico. I problemi cominciano a sorgere quando l'istruttore si trova a 180°, cioè di fronte agli allievi, e non specifica con il cueing verbale una particolare direzione o orientamento da tenere. Anche se specificasse "gamba destra" (adeguandosi agli allievi come se rappresentasse la loro immagine allo specchio e quindi sollevando la sua sinistra), soprattutto durante le prime lezioni, in cui gli allievi non conoscono ancora né la disciplina né la didattica dell'istruttore, ci sarebbe sempre qualcuno che solleva la propria gamba sinistra (in senso egocentrico) pensando di imitare "meglio" l'esercizio (facendo cioè "lo stesso" del trainer in senso egocentrico e non allocentrico).

Alcuni colleghi hanno suggerito che quando il movimento è laterale e la fronte va verso destra o verso sinistra rispetto al fondo sala (e di conseguenza la visione dell'istruttore è esclusivamente di lato) gli allievi incontrano grosse difficoltà nel replicare il movimento, tant'è che spesso, soprattutto ad un livello basso o medio si

tende a non utilizzare esercizi che prevedano questo tipo di postura durante l'allenamento, sia che l'istruttore lavori a 0° o a 180° (cioè “a specchio”).

Ancora, grosse difficoltà (sarei tentata di dire le maggiori difficoltà) si incontrano nei movimenti sulla diagonale e in particolare nei movimenti che coinvolgono incroci, poiché vengono a sovrapporsi due tipi di informazione, quella sul piano sagittale e quella sul piano coronale. Anche in questo caso la postura dell'istruttore e la presenza o meno dello specchio può incidere sul tipo di imitazione che sceglierà l'allievo poiché in parte sarà agevolato da l'omopostura, ma se associato all'omopostura c'è anche il riflesso dello specchio le informazioni si mescolano e generano confusione.

Contrarietà: nei casi in cui la relazione è uno a uno come nel caso della FitBoxe e del lavoro a coppie al sacco, è fondamentale fare il contrario rispetto al compagno di sacco, altrimenti si rischia di incorrere in spiacevoli incidenti. Allo stesso tempo però chi esegue il gesto percepisce anche che sta facendo lo stesso identico movimento che il trainer ha insegnato poco prima, l'uno accanto all'altro. Fortunatamente non capitano spesso delle collisioni, ma il fatto che non siano neanche casi così sporadici, mi fa pensare che anche la questione dell'identità e della contrarietà non sia così scontata come si potrebbe pensare.

Come abbiamo visto i campi applicativi che trattano il movimento e che implicano una relazione fra due o più individui in movimento sono molteplici. Tuttavia, sebbene in alcuni casi siano state condotte delle analisi importanti sulle strutture ultime del movimento da diversi punti di vista (creazione di codici per il movimento, analisi dell'espressività, analisi biomeccanica dell'organismo umano, ecc.) che mirano ad esplorare la sostanza e le dinamiche proprie dei gesti, manca ancora uno studio complementare che metta l'accento sulla relazione fra due o più individui nelle situazioni di movimento che coinvolgono il “fare il contrario” accanto al “fare lo stesso”.

Nel momento in cui ci si trova insieme con qualcun altro a compiere un movimento (indipendentemente dall'orientamento) si è sempre anche chiamati ad imitare e come abbiamo visto anche nel primo capitolo, ci si trova anche a dover scegliere il modo in cui imitare. Uno studio che tenga conto della ricchezza e della

complessità dell'imitazione nel movimento che si presenta nelle relazioni fra due o più individui si rivelerebbe molto utile e potrebbe trovare un'immediata applicazione per migliorare la codifica dei gesti e la riproduzione di essi durante delle performance artistiche, di danza in particolare, ma anche visive o uditive (e in generale che coinvolgano uno o più sensi) per venire ancora più "incontro" allo spettatore, coinvolgendolo a 360° sia nell'"empatia" dell'identità, che nel contrasto della contrarietà.

Inoltre uno studio del genere potrebbe offrire dei suggerimenti su come ideare strategie di gioco di successo fra due o più giocatori tenendo conto della velocità o meno di reazione di fronte ad un certo tipo di stimolo sia che vada nella direzione dell'identità, sia della contrarietà.

Allo stesso modo nella riabilitazione e nel fitness, sapere qualcosa in più su come riuscire a coinvolgere il paziente o l'allievo durante la lezione cercando di usare il meno possibile il linguaggio verbale e quanto più invece un'imitazione corporea efficace, permetterebbe di raggiungere molto più velocemente gli obiettivi e stressare meno i soggetti coinvolti.

CAPITOLO TRE: PARTE SPERIMENTALE

3.1 IPOTESI SPERIMENTALE

Come abbiamo già evidenziato nel primo capitolo, gran parte della letteratura sull'imitazione sostiene che nelle situazioni in cui i soggetti si trovano di fronte ad un compito in cui è richiesto loro di imitare, essi tendono a farlo in senso “anatomico” cioè utilizzando il loro sistema di riferimento egocentrico (Wapner & al., 1968; Gleissner, Meltzoff & Bekkering, 2000; Ishikura & Inomata, 1995; Avikainen & al. 2003; Franz & al., 2007). Tuttavia alcuni studi (Press & al. 2009; Brass & Heyes, 2005; Heyes 2001; Heyes & Ray, 2000 ad esempio) confermano una tendenza nelle situazioni di imitazione a scegliere un tipo di atteggiamento allocentrico piuttosto che egocentrico, a fare quindi perno sull'ancoramento ambientale piuttosto che sul proprio schema motorio.

In questo lavoro mi sono avvalsa di un progetto sperimentale che ha l'obiettivo di verificare se le persone quando si trovano nella condizione di frontalità (180°) fanno appello al loro proprio sistema di riferimento, basato sulle coordinate corporee (destra-sinistra, sopra-sotto, avanti-dietro), cioè il sistema di riferimento egocentrico o se prevale l'ancoramento ambientale (verso est-verso ovest, verso su-verso giù, verso sud-verso est), cioè il sistema di riferimento allocentrico.

Si è cercato di verificare se le risposte variavano in base al tipo di richiesta che veniva fatta nel compito e cioè di imitare facendo “lo stesso” (relazione di identità) o di fare “il contrario” (relazione di contrarietà).

Sono stati proposti una serie di movimenti semplici e simmetrici, per tenere sotto controllo eventuali effetti legati alla lateralizzazione, organizzati sui 3 assi principali dello schema corporeo umano (sagittale, coronale, gravitazionale) aggiungendo ed esse la dimensione diagonale (intesa come combinazione degli assi sagittale e coronale) poiché spesso nella vita di tutti i giorni compiamo movimenti di che utilizzano questo tipo di struttura - è quella alla base di tutti gli incroci e di molti evitamenti.

Si è inoltre scelto di utilizzare il movimento sia a livello locale (muovendo solo le braccia, ma mantenendo il resto del corpo statico), sia a livello globale (compiendo un vero e proprio spostamento del corpo, senza utilizzare ulteriori movimenti locali) per vedere se intervengono meccanismi di tipo diverso nel momento in cui il movimento è legato solo ad una parte o viceversa quando riguarda tutto il corpo. Ciò, considerando anche che la maggior parte degli studi precedenti si è concentrata esclusivamente su movimenti di tipo locale.

Un elemento importante inoltre quando si ha a che fare con il movimento è il fattore temporale. Il tempo che intercorre tra la percezione e la riproduzione del movimento non è da sottovalutare in quanto è possibile che avendo pochissimo tempo a disposizione le persone decidano di imitare nella direzione che è per loro la più naturale, spontanea. Mentre avendo più tempo a disposizione potrebbero ragionare su quale possa essere la risposta più “giusta” anatomicamente e quindi sforzarsi di trovare la corrispondenza e infine riprodurre il movimento in senso egocentrico. Procedimento che - come già sottolineato da Press, Ray & Heyes. (2009) - è piuttosto artificioso e porta a compiere più errori rispetto a quello che sembrerebbe più naturale e cioè l’imitazione non-anatomica (allocentrica). A questo proposito, nella presente ricerca gli stessi gesti e compiti sono stati proposti in due condizioni: una nella quale i soggetti, ai quali veniva prima mostrato il gesto, dovevano poi produrre il loro movimento insieme al modello (condizione simultanea); un’altra in cui il modello dopo aver mostrato il gesto rimaneva fermo e i soggetti avevano quindi il tempo che ritenevano necessario per ragionare sul loro tipo di risposta (condizione differita). L’intenzione era quella di verificare se il fatto di riprodurre il movimento simultaneamente con un’altra persona o senza un’altra persona influisca sul tipo di scelta - oltre che a livello di tempi di risposta - perché un po’ “forzati” dai tempi di riproduzione del movimento del modello.

3.2 METODO

Materiali:

- videocamera per la registrazione dei movimenti e dei tempi di risposta

- carta e matita per la parte valutativa

Partecipanti:

- 80 soggetti di età compresa fra i 18 e i 60 anni. 77 destrimani e 3 mancini.

Procedura:

All'interno di una stanza è stato installato un telo nero di 3 metri quadrati circa su una delle pareti verticali. Nella parete opposta è stata posizionata una videocamera digitale alla distanza di 4 metri dalla parete.

L'esperimento qui descritto prevede la presenza di due individui: un soggetto e uno sperimentatore che funge da modello. Il soggetto e il modello si trovavano nella loro posizione di partenza sempre l'uno di fronte all'altro (a 180°) a distanza di 2,5m. I dispositivi di registrazione sono stati posti parallelamente al soggetto e allo sperimentatore ad una distanza di 4m e ad un'altezza di 1m in modo tale da registrare sia il movimento dello sperimentatore, sia quello del soggetto contemporaneamente e di dare poi modo di codificare nel modo più preciso possibile sia i tempi di risposta che la tipologia di gesto che intuitivamente il soggetto sceglieva (direzionalità, scelta dell'arto, angolazione, ecc.).

Subito dopo aver imitato o contrarizzato tutte le sequenze di movimento proposte, ai soggetti è stato chiesto di dare una valutazione circa il loro grado di certezza nelle risposte (in una scala a 10 punti). Al termine della parte valutativa veniva dato l'opportunità di fare allo sperimentatore delle osservazioni o delle domande libere e anche questi colloqui sono stati registrati

La consegna della parte valutativa nella condizione imitazione è:

“Quanto sei sicuro di aver fatto dei gesti identici a quelli che ho fatto io?”

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 - 8 – 9 - 10

“Hai delle osservazioni? Domande?”

La consegna della parte valutativa nella condizione contrarietà è:

“Quanto sei sicuro di aver fatto dei gesti contrari a quelli che ho fatto io?”

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 - 8 – 9 - 10

“Hai delle osservazioni? Domande?”

Esperimento:

L'esperimento prevedeva 4 condizioni sperimentali:

- Imitazione simultanea,
- Imitazione differita,
- Contrarizzazione simultanea,
- Contrarizzazione differita,

associate a 4 gruppi di soggetti diversi:

- gruppo IS (20 soggetti imitazione simultanea)
- gruppo ID (20 soggetti imitazione differita)
- gruppo CS (20 soggetti contrarizzazione simultanea)
- gruppo CD (20 soggetti contrarizzazione differita)

Nella condizione di simultaneità ai soggetti veniva mostrato un movimento compiuto dallo sperimentatore. Quando il movimento era concluso lo sperimentatore diceva “via” e riproduceva lo stesso movimento una seconda volta. Ai soggetti veniva chiesto di imitare (“fai lo stesso” - gruppo IS) o di contrarizzare (“fai il contrario” - gruppo CS) il movimento contemporaneamente a lui dopo il “via”.

Nella condizione di differita ai soggetti veniva mostrato un movimento compiuto dallo sperimentatore. Quando il movimento era concluso lo sperimentatore diceva “via” e al soggetto veniva chiesto di imitare (“fai lo stesso” - gruppo ID) o contrarizzare (“fai il contrario” - gruppo CD) il movimento appena visto.

La durata media di esecuzione di ogni movimento da parte del modello era di 3 secondi circa.

A tutti i partecipanti in tutte e 4 le condizioni venivano presentati 3 movimenti locali e 2 movimenti globali (in ordine random), ripetuti per due lati di partenza (lato destro e lato sinistro).

Movimenti locali:

- *Locale sagittale (L_S), iniziando con il braccio destro disteso avanti (L_Sd)*
– Fig. 9.

La posizione di partenza dello sperimentatore era con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia piegate lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: distende davanti a sé il braccio destro tenendo il pugno chiuso (t1) e una volta disteso completamente il braccio ritorna alla posizione di partenza (t2) poi distende verso il basso il braccio sinistro (t3) e ritorna ancora una volta nella posizione di partenza (t4);

- *Locale sagittale (L_S), iniziando con il braccio sinistro disteso avanti (L_Ss)*

La posizione di partenza dello sperimentatore è con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia piegate lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: distende davanti a sé il braccio sinistro tenendo il pugno chiuso (t1) e una volta disteso completamente il braccio ritorna alla posizione di partenza (t2) poi distende verso il basso il braccio destro (t3) e ritorna ancora una volta nella posizione di partenza (t4).



Fig. 9 - Rappresentazione (in pianta) del movimento locale sagittale (lo sperimentatore è colui che esegue il movimento, in alto); lato di partenza: destro.

- *Locale coronale (L_C), iniziando con il braccio destro disteso verso destra (L_Cd) – Fig. 10*

La posizione di partenza dello sperimentatore è con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia piegate lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: distende lateralmente il braccio destro tenendo il pugno chiuso (t1) e una volta disteso completamente il braccio ritorna alla posizione di partenza (t2) poi distende verso il basso il braccio sinistro (t3) e ritorna ancora una volta nella posizione di partenza (t4);

- *Locale coronale (L_C) iniziando con il braccio sinistro disteso verso sinistra (L_Cs)*

La posizione di partenza dello sperimentatore è con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia piegate lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: distende lateralmente il braccio sinistro tenendo il pugno chiuso (t1) e una volta disteso completamente il braccio ritorna alla posizione di partenza (t2) poi distende verso il basso il braccio destro (t3) e ritorna ancora una volta nella posizione di partenza (t4).



Fig. 10 - Rappresentazione (in pianta) del movimento locale coronale (lo sperimentatore è colui che esegue il movimento, in alto); lato di partenza: destro.

- *Locale convergente diagonale(L_X), iniziando con il braccio destro incrociato di fronte (L_Xd) – Fig 11*

La posizione di partenza dello sperimentatore è con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia piegate lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: distende il braccio destro incrociandolo davanti al petto con una inclinazione di circa 45° (t1). Una volta disteso completamente il braccio ritorna alla posizione di partenza (t2) poi distende verso il basso il braccio sinistro (t3) e ritorna ancora una volta nella posizione di partenza (t4);

- *Locale convergente diagonale(L_X), iniziando con il braccio sinistro incrociato di fronte (L_Xs)*

La posizione di partenza dello sperimentatore è con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia piegate lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: distende il braccio sinistro incrociandolo davanti al petto con una inclinazione di circa 45° (t1). Una volta disteso completamente il braccio ritorna alla posizione di partenza (t2) poi distende verso il basso il braccio destro (t3) e ritorna ancora una volta nella posizione di partenza (t4).

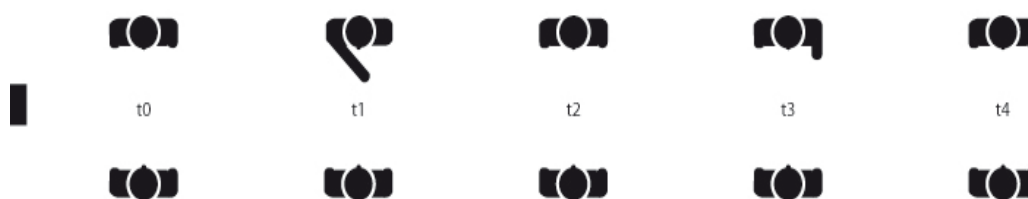


Fig. 11 - Rappresentazione (in pianta) del movimento locale convergente diagonale (lo sperimentatore è colui che esegue il movimento, in alto); lato di partenza: destro.

- *Globale coronale (G_C), iniziando con il piede destro (G_Cd) – Fig. 12*

La posizione di partenza dello sperimentatore è con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia distese lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: fa un passo lateralmente con il piede destro divaricando le gambe (t1), poi fai un secondo passo con il piede sinistro per riunire i piedi come nella posizione di partenza (t2). Fa un altro passo lateralmente con il piede sinistro divaricando le gambe (t3) e esegue un ultimo passo con il piede destro per riunire i piedi e ritornare nella posizione di partenza (t4).

- *Globale coronale (G_C), iniziando con il piede sinistro (G_Cs)*

La posizione di partenza dello sperimentatore è con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia distese lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: fa un passo lateralmente con il piede sinistro divaricando le gambe (t1), poi fai un secondo passo con il piede destro per riunire i piedi come nella posizione di partenza (t2). Fa un altro passo lateralmente con il piede destro divaricando le gambe (t3) e esegue un ultimo passo con il piede sinistro per riunire i piedi e ritornare nella posizione di partenza (t4).

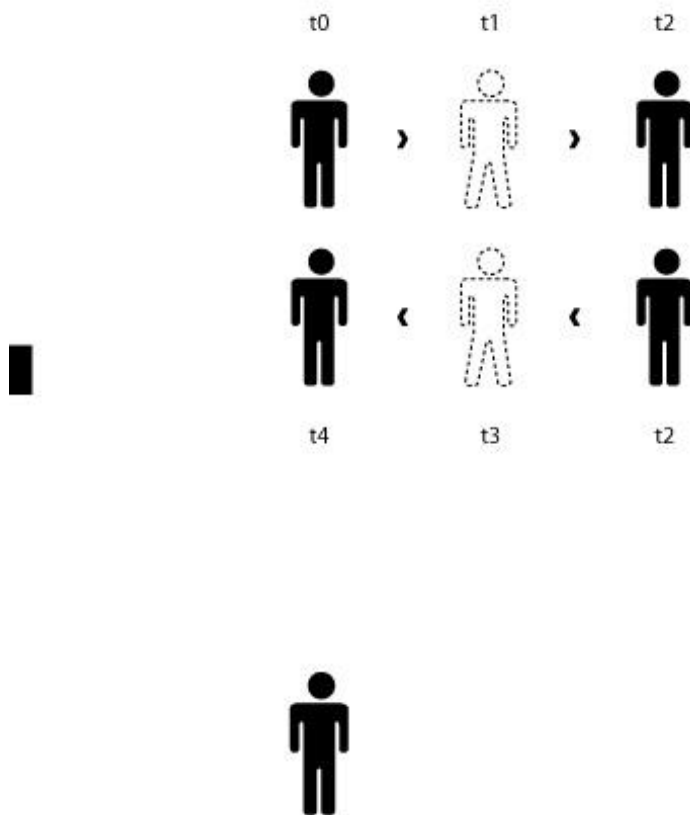


Fig. 12 - Rappresentazione (frontale) del movimento globale coronale (lo sperimentatore è colui che esegue il movimento, in alto); lato di partenza: destro

- *Globale incrocio diagonale(G_X), iniziando con il piede destro (G_{Xd}) – Fig. 13*

La posizione di partenza dello sperimentatore è con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia distese lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: fa un passo con il piede destro incrociando una gamba davanti l'altra, tracciando una diagonale davanti a sé (t1), poi fai un secondo passo con il piede sinistro per riunire i piedi come nella posizione di partenza ma con il tronco ruotato di 90° in senso anti-orario (t2). Fa un altro passo indietro con il piede sinistro tracciando una diagonale dietro di sé (t3) e esegue un ultimo passo con il piede destro per riunire i piedi e ritornare nella posizione di partenza (t4).

- *Globale incrocio diagonale(G_X), iniziando con il piede sinistro (G_{Xs})*

La posizione di partenza dello sperimentatore è con il corpo statico in piedi di fronte al soggetto, braccia distese lungo i fianchi (t0). Con l'inizio del compito lo sperimentatore: fa un passo con il piede sinistro incrociando una davanti sopra l'altra, tracciando una diagonale davanti a sé (t1), poi fai un secondo passo con il piede destro per riunire i piedi come nella posizione di partenza ma con il tronco ruotato di 90° in senso orario (t2). Fa un altro passo indietro con il piede destro tracciando una diagonale dietro di sé (t3) e esegue un ultimo passo con il piede sinistro per riunire i piedi e ritornare nella posizione di partenza (t4).

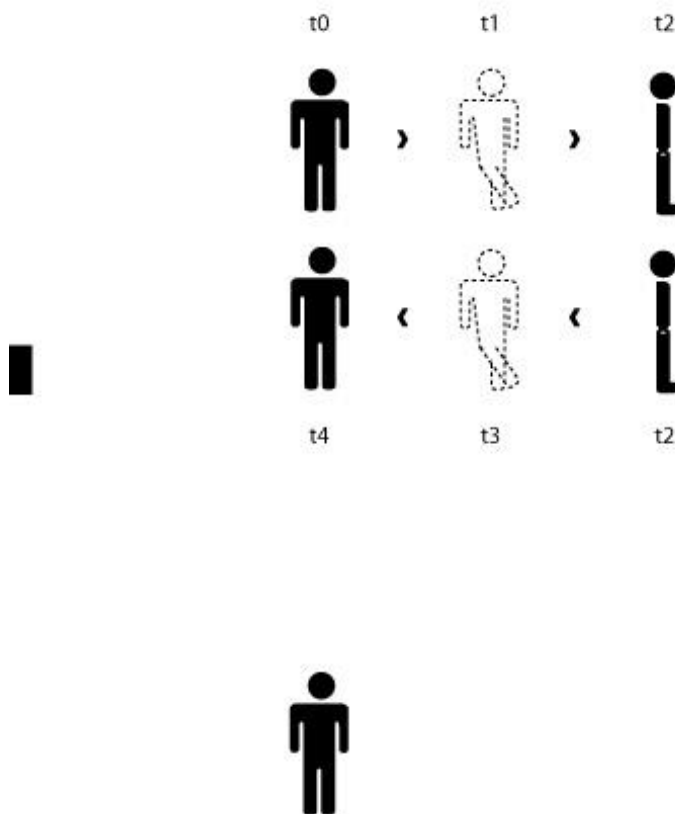


Fig. 13 - Rappresentazione (frontale) del movimento globale incrociato (lo sperimentatore è colui che esegue il movimento, in alto); lato di partenza: destro.

Nell'ordine di presentazione degli stimoli è stato bilanciato tra i gruppi il lato di partenza e la successione globale_locale come segue (mentre è stato tenuto costante l'ordine dei singoli gesti locali e l'ordine dei singoli gesti globali) :

- Gruppo IS imitazione simultanea:

L_d, G_s, L_s, G_d

G_d, L_s, G_s, L_d

L_s, G_d, L_d, G_s

G_s, L_d, G_D, L_s

- Gruppo ID imitazione differita:

L_d, G_s, L_s, G_d

G_d, L_s, G_s, L_d

L_s, G_d, L_d, G_s

G_s, L_d, G_D, L_s

- Gruppo CS contrarizzazione simultanea:

L_d, G_s, L_s, G_d

G_d, L_s, G_s, L_d

L_s, G_d, L_d, G_s

G_s, L_d, G_D, L_s

- Gruppo CD contrarizzazione differita:

L_d, G_s, L_s, G_d

G_d, L_s, G_s, L_d

L_s, G_d, L_d, G_s

G_s, L_d, G_D, L_s

Il bilanciamento mirava ad evitare che si potessero verificare degli effetti d'ordine legati ai diversi tipi di movimento (locale o globale) e alla lateralizzazione degli arti.

3.3 ANALISI E DISCUSSIONE DEI RISULTATI⁷

3.3.1 ANALISI E DISCUSSIONE DEL TIPO DI RISPOSTA

Le risposte sono state classificate rispetto alla conservazione o variazione delle caratteristiche del gesto: asse di movimento, della forma del gesto e dell'ordine temporale delle sue fasi (quest'ultimo aspetto solo per i gesti locali che prevedevano un movimento in 4 fasi – estensione e contrazione con un arto, estensione e contrazione con l'altro arto). Per tutte le risposte si è poi registrato se i soggetti rispondessero in modo identico (nelle condizioni di imitazione simultanea e differita) o contrario (nelle condizioni di contrarizzazione simultaneo o differita) rispetto allo spazio egocentrico o allocentrico.

In tabella XX sono riportati i totali di risposte che conservano o variano le caratteristiche di asse, forma e ordine del gesto iniziale (la variabile egocentrica/allocentrica sarà invece trattata a parte).

	ASSE	FORMA	ORDINE	ASSE	FORMA	ORDINE
CD conserva	207	203	98	0,99	0,97	0,78
CD varia	3	7	28	0,01	0,03	0,22
CS conserva	217	217	122	0,99	0,99	0,92
CS varia	3	3	10	0,01	0,01	0,08
ID conserva	215	215	128	0,98	0,98	0,97
ID varia	5	5	4	0,02	0,02	0,03
IS conserva	210	209	126	1,00	1,00	1,00
IS varia	0	1	0	0,00	0,00	0,00

Tab. 14 - Frequenze di risposte che conservano o variano le caratteristiche del gesto riportate in colonna, per i due compiti (fai il Contrario, Imita), nelle due condizioni (Differita, Simultanea). A destra le proporzioni dei dati.

⁷ Le analisi sono state condotte grazie all'apporto dei Prof. Roberto Burro dell'Università di Verona e della tutor Prof.ssa Ivana Bianchi dell'Università di Macerata.

Il primo dato da sottolineare è che non solo nel compito di imitazione (simultaneo e differito) ma anche nel compito di contrarizzazione i soggetti tendono a conservare le caratteristiche del gesto inerenti la sua forma e l'asse. Variazioni di queste caratteristiche si riscontrano in meno del 6% del totale delle risposte nella condizione di produzione *simultanea* del gesto contrario. Nella condizione di contrarizzazione *differita*, variazioni di queste caratteristiche si riscontrano in percentuali più elevate (ma comunque piuttosto contenute). In particolare, i partecipanti decidono di contrarizzare:

- la sequenza (ordine) delle parti che compongono il gesto; ricordiamo che l'inversione della sequenza era possibile solo per i gesti locali e per questi gesti l'inversione dell'ordine rappresenta il 22% del totale delle risposte;
- Pressoché totalmente assenti sono variazioni dell'asse del gesto (1%) e della *forma* del gesto (3%).

I partecipanti mantengono quindi generalmente la struttura complessiva del gesto e invertono la sua direzione, ma entro quale sistema di riferimento? Contrarizzano o imitano in base all'egospazio o l'alospazio?

Poiché due erano le possibilità di risposta (egospazio, alospazio) abbiamo studiato se la proporzione di risposte osservate (egocentriche e allocentriche) fosse significativamente diversa dalla proporzione casuale (prob. Test=0.50) attraverso il test binomiale.

In generale:

- a) le risposte allocentriche sono risultate significativamente più frequenti (N=641) di quelle egocentriche (N=219) (prop. oss. : ALLO= 0.75 vs. EGO =0.25, $p<0.001$).
- b) Questa preferenza si verifica in entrambi i compiti di imitazione (prop. oss. : ALLO= 0.81 vs. EGO =0.19, $p<0.001$) e di contrarizzazione (prop. oss. : ALLO= 0.68 vs. EGO =0.32, $p<0.001$).
- c) Anche distinguendo la condizione simultanea e differita all'interno dei due compiti, la significativa preferenza per la risposta alospaziale si conferma in tutte e quattro le condizioni: imitazione simultanea (prop. oss. : ALLO= 0.76 vs. EGO =0.24, $p<0.001$), imitazione differita (prop. oss. : ALLO= 0.86 vs. EGO =0.14, $p<0.001$), contrarizzazione simultanea (prop. oss. : ALLO= 0.72 vs. EGO =0.28,

$p < 0.001$), contrarizzazione differita (prop. oss. : ALLO= 0.63 vs. EGO =0.37, $p < 0.001$)

Abbiamo poi più analiticamente studiato i singoli gesti, tenendo distinte le due varianti legate al lato di partenza. Come risulta dalle tabelle sottostanti (N.X_Y_Z_W) il gesto influisce. Vediamo quali sono le condizioni in cui vi è una significativa preferenza per uno dei due sistemi.

Nella condizione di **imitazione simultanea**, la preferenza per l'allocentrico emerge in tutti e 4 i gesti globali. Nei gesti locali, non vi è differenza significativa tra le risposte basate sull'egospazio e l'alospazio per il gesto che prevedeva un movimento convergente in diagonale, mentre per i gesti coronali e sagittali vi è una significativa preferenza per l'alospazio con i due gesti quando fatti dal modello partendo con il suo lato sinistro (e quindi i soggetti rispondono con il loro lato destro).

Questa tendenza è probabilmente collegata anche al fatto che la maggior parte dei soggetti era destrimane ed è possibile che abbiamo scelto con più naturalezza di imitare in senso allocentrico con il loro lato predominante.

Test binomiale ^a						
		Categoria	Numerosità	Proporzione osservata.	Probabilità test.	Significatività esatta a 2 code
LSG_d	Gruppo 1	ALLO	15	,71	,50	,078
	Gruppo 2	EGO	6	,29		
	Totale		21	1,00		
LSG_s	Gruppo 1	ALLO	18	,86	,50	,001
	Gruppo 2	EGO	3	,14		
	Totale		21	1,00		
LCG_d	Gruppo 1	ALLO	15	,71	,50	,078
	Gruppo 2	EGO	6	,29		
	Totale		21	1,00		
LCG_s	Gruppo 1	ALLO	16	,76	,50	,027
	Gruppo 2	EGO	5	,24		

	Totale		21	1,00		
LXG_d	Gruppo 1	ALLO	13	,62	,50	,383
	Gruppo 2	EGO	8	,38		
	Totale		21	1,00		
LXG_s	Gruppo 1	ALLO	14	,67	,50	,189
	Gruppo 2	EGO	7	,33		
	Totale		21	1,00		
GC_d	Gruppo 1	ALLO	17	,81	,50	,007
	Gruppo 2	EGO	4	,19		
	Totale		21	1,00		
GC_s	Gruppo 1	ALLO	17	,81	,50	,007
	Gruppo 2	EGO	4	,19		
	Totale		21	1,00		
GX_d	Gruppo1	ALLO	18	,86	,50	,001
	Gruppo2	EGO	3	,14		
	Totale		21	1,00		
GX_s	Gruppo 1	ALLO	17	,81	,50	,007
	Gruppo 2	EGO	4	,19		
	Totale		21	1,00		

a. cond = IS

Tab. 15 - Test binomiale per la condizione di imitazione simultanea

Nella condizione di **imitazione differita** per tutti i gesti analizzati e per entrambi i lati di partenza vi è una significativa preferenza per risposte che propongono una imitazione allocentrica.

Test binomiale ^a						
		Categoria	Numerosità	Proporzione osservata.	Probabilità test.	Significatività esatta a 2 code
LSG_	Gruppo 1	ALLO	18	,82	,50	,004
	Gruppo 2	EGO	4	,18		
	Totale		22	1,00		

LSG_	Gruppo 1	ALLO	18	,82	,50	,004
	Gruppo 2	EGO	4	,18		
	Totale		22	1,00		
LCG	Gruppo 1	ALLO	17	,77	,50	,017
	Gruppo 2	EGO	5	,23		
	Totale		22	1,00		
LCG	Gruppo 1	ALLO	19	,86	,50	,001
	Gruppo 2	EGO	3	,14		
	Totale		22	1,00		
LXG	Gruppo 1	EGO	6	,27	,50	,052
	Gruppo 2	ALLO	16	,73		
	Totale		22	1,00		
LXG	Gruppo 1	ALLO	19	,86	,50	,001
	Gruppo 2	EGO	3	,14		
	Totale		22	1,00		
GC_d	Gruppo 1	ALLO	21	,95	,50	,000
	Gruppo 2	EGO	1	,05		
	Totale		22	1,00		
GC_s	Gruppo 1	ALLO	20	,91	,50	,000
	Gruppo 2	EGO	2	,09		
	Totale		22	1,00		
GX_d	Gruppo 1	ALLO	21	,95	,50	,000
	Gruppo 2	EGO	1	,05		
	Totale		22	1,00		
GX_s	Gruppo 1	ALLO	20	,91	,50	,000
	Gruppo 2	EGO	2	,09		
	Totale		22	1,00		
a. cond = ID						

Tab. 16 - Test binomiale per la condizione di imitazione differita

Nella condizione di **contrarizzazione simultanea**: per tutti i gesti globali è significativamente più frequente la risposta allocentrica; lo stesso per i gesti locali sagittali e coronali. Nei locali diagonali non c'è preferenza per i due sistemi.

Test binomiale ^a						
		Categoria	Numerosità	Proporzione osservata.	Probabilità test.	Significatività esatta a 2 code
LSG_	Gruppo 1	ALLO	16	,73	,50	,052
	Gruppo 2	EGO	6	,27		
	Totale		22	1,00		
LSG_	Gruppo 1	ALLO	17	,77	,50	,017
	Gruppo 2	EGO	5	,23		
	Totale		22	1,00		
LCG	Gruppo 1	ALLO	16	,73	,50	,052
	Gruppo 2	EGO	6	,27		
	Totale		22	1,00		
LCG	Gruppo 1	ALLO	17	,77	,50	,017
	Gruppo 2	EGO	5	,23		
	Totale		22	1,00		
LXG	Gruppo 1	ALLO	13	,59	,50	,523
	Gruppo 2	EGO	9	,41		
	Totale		22	1,00		
LXG	Gruppo 1	EGO	8	,36	,50	,286
	Gruppo 2	ALLO	14	,64		
	Totale		22	1,00		
GC_d	Gruppo 1	ALLO	17	,77	,50	,017
	Gruppo 2	EGO	5	,23		
	Totale		22	1,00		
GC_s	Gruppo 1	ALLO	16	,73	,50	,052
	Gruppo 2	EGO	6	,27		
	Totale		22	1,00		

GX_d	Gruppo 1	ALLO	16	,73	,50	,052
	Gruppo 2	EGO	6	,27		
	Totale		22	1,00		
GX_s	Gruppo 1	ALLO	17	,77	,50	,017
	Gruppo 2	EGO	5	,23		
	Totale		22	1,00		
a. cond = CS						

Tab. 17 - Test binomiale contrarizzazione simultanea

Nella condizione di **contrarizzazione differita**: per tutti i gesti globali rimane una significativa preferenza o una tendenza alla significatività della risposta allocentrica. Nei gesti locali, eccetto una tendenza alla significatività, risposte allocentriche ed egocentriche non si discostano significativamente.

Test binomiale ^a						
		Categoria	Numerosità	Proporzione osservata.	Probabilità test.	Significatività esatta a 2 code
LSG_d	Gruppo1	EGO	8	,38	,50	,383
	Gruppo 2	ALLO	13	,62		
	Totale		21	1,00		
LSG_s	Gruppo 1	EGO	12	,57	,50	,664
	Gruppo 2	ALLO	9	,43		
	Totale		21	1,00		
LCG_d	Gruppo 1	ALLO	15	,71	,50	,078
	Gruppo 2	EGO	6	,29		
	Totale		21	1,00		
LCG_s	Gruppo 1	EGO	10	,48	,50	1,000
	Gruppo 2	ALLO	11	,52		
	Totale		21	1,00		
LXG_d	Gruppo 1	EGO	9	,43	,50	,664
	Gruppo 2	ALLO	12	,57		

	Totale		21	1,00		
LXG_s	Gruppo 1	EGO	11	,52	,50	1,000
	Gruppo 2	ALLO	10	,48		
	Totale		21	1,00		
GC_d	Gruppo 1	ALLO	15	,71	,50	,078
	Gruppo 2	EGO	6	,29		
	Totale		21	1,00		
GC_s	Gruppo 1	ALLO	17	,81	,50	,007
	Gruppo 2	EGO	4	,19		
	Totale		21	1,00		
GX_d	Gruppo 1	ALLO	15	,71	,50	,078
	Gruppo 2	EGO	6	,29		
	Totale		21	1,00		
GX_s	Gruppo 1	ALLO	16	,76	,50	,027
	Gruppo 2	EGO	5	,24		
	Totale		21	1,00		
a. cond = CD						

Tab. 18 - Test binomiale contrarizzazione differita

In generale nelle situazioni di simultaneità (imitazione e contrarietà) si registra una tendenza significativa verso l'allocentrico sia nelle situazioni di imitazione\contrarizzazione locali sia in quelle globali. fatta esclusione per le situazioni di imitazione\contrarizzazione del movimento locale diagonale. Poiché questo movimento è più complesso rispetto agli altri in quanto si tratta della combinazione degli altri due movimenti locali (sagittale e coronale) è possibile che i soggetti non abbiano considerato tanto né la direzione di movimento (da dove parte e verso dove va il braccio) né tanto la lateralizzazione dell'arto (quale arto, destro o sinistro) ma si siano basati più sulla riproduzione della forma del movimento (un braccio che si incrocia davanti al busto) senza concentrarsi su l'uno o l'altro sistema di riferimento.

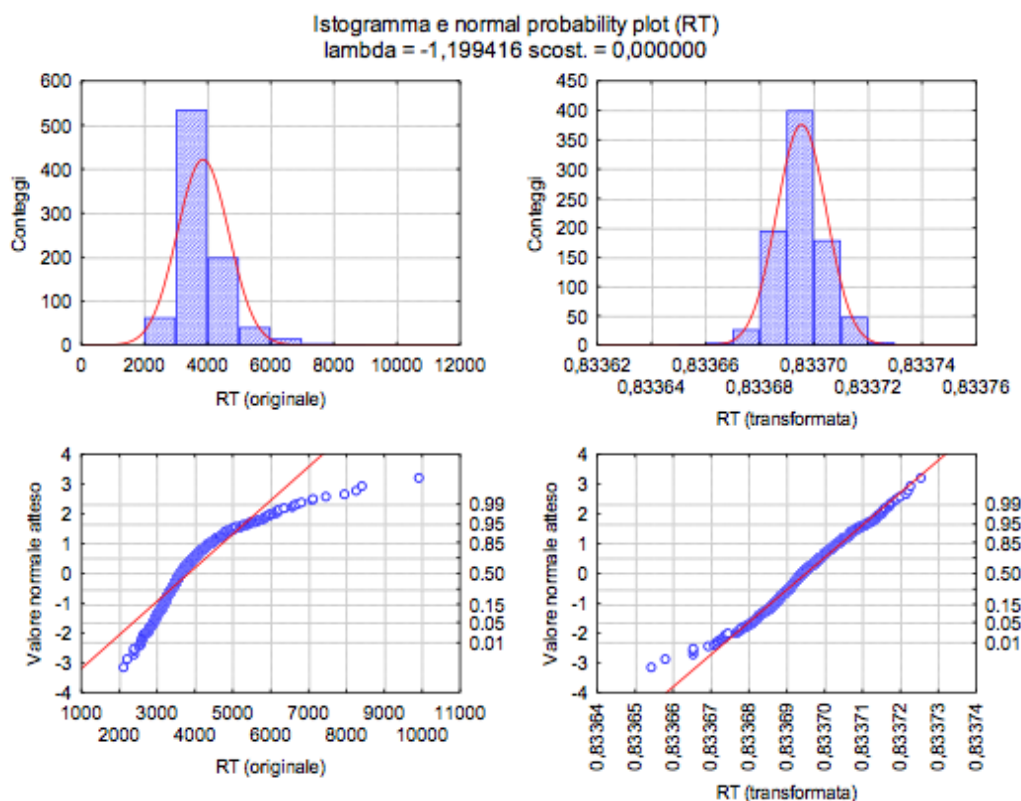
Nelle situazioni di differimento (sia imitazione che contrarizzazione) invece c'è una forte preferenza all'imitazione allocentrica con i movimenti globali, ma non

si registra una particolare preferenza in questo senso con i movimenti locali. Questo comportamento potrebbe trovare una spiegazione nel fatto che i soggetti avendo più tempo a disposizione e non avendo il modello in movimento di fronte a loro, scelgono arbitrariamente una strategia piuttosto che l'altra soprattutto nei gesti che non coinvolgono uno spostamento dell'itinerario corpo e rimangono gesti locali.

3.3.2 ANALISI E DISCUSSIONE DEI TEMPI DI RISPOSTA

Per studiare l'effetto delle variabili compito (I, C), condizione (Simultanea, differita), risposta ego/alloentrica, gesto (L_C, L_X, L_S, G_C, G_X) e lato di partenza (dx, sx) sui tempi di risposta, abbiamo condotto una Analisi della varianza Mista (con gesto e lato di partenza come variabili ripetute entro i soggetti, e le altre variabili tra i soggetti).

L'analisi è stata condotta non sui RT grezzi, poiché non risultavano distribuiti secondo la curva normale (cfr. i due grafici di sinistra in Fig. 18). Applicando la trasformazione Box-Cox (1964) è risultato un valore di lambda pari a -1. Ne consegue che i dati grezzi sono stati normalizzati per mezzo di una funzione iperbolica $-1/x$. Abbiamo quindi trasformato i RT grezzi elevandoli alla $-1/x$ e, come risulta dai due grafici a destra in Fig. 18, i nuovi valori si approssimano perfettamente alla normale. Su questi dati abbiamo quindi applicato l'ANOVA mista.



Tab.19 - In alto: istogrammi (in alto) e normal probability plot (in basso) dei Tempi di risposta originari (a sinistra) e trasformati secondo la funzione Box-Cox (a destra). Nei normal probability plot, più i cerchietti blu insistono sulla linea rossa più si è prossimi alla normalità.

Dall'analisi sono risultati significativi gli effetti principali di:

- Condizione ($F_{(1,955)}=22923.2$, $p<0.001$): RT differiti > RT simultanei
- Ego/allo ($F_{(1,955)}=103.95$, $p<0.001$): RT ego > RT allo
- Relazione ($F_{(1,955)}=7.915$, $p=0.005$): RT identico > RT contrario
- Partenza ($F_{(1,955)}=4.096$, $p<0.05$): RT partenze lato sx > RT partenze lato dx
- Gesto ($F_{(4,347)}=7.140$, $p<0.001$): RT gesti locali sagittali > gesti locali coronali ($p<0.001$) e diagonali ($p<0.001$) e anche del gesto globale coronale ($p<0.02$).

Numerose sono anche le interazioni risultate significative, che specificano le differenze emerse a livello di effetti principali:

Condizioni * Ego/Allo ($F_{(1,955)}=13.036$, $p<0.001$): I test post-hoc hanno rivelato che è solo nella condizione di risposta differita che i tempi per una risposta egocentrica sono risultati maggiori che per una risposta allocentrica (RT Diff_EGO > RT

Diff_ALLO, $p < 0.001$); nella condizione di simultaneità i RT sono non significativamente diversi.

Condizioni * gesto ($F_{(4,347)}=4.813$, $p < 0.001$): Per tutti i gesti, le risposte nella condizione di differimento sono risultate significativamente più lente che nella condizione di simultaneità. Analizzando il comportamento dei diversi gesti all'interno dell'una e dell'altra condizione risulta che nella condizione di differimento, la risposta al gesto locale sagittale risulta più lenta rispetto a tutti gli altri gesti locali e globali ($p < 0.01$). Nella condizione di simultaneità, invece, emerge una maggior rapidità delle risposte a gesti locali coronali e diagonali rispetto al gesto globale diagonale ($p < 0.01$) e tendono ad essere più veloci anche del gesto globale coronale ($p < 0.8$).

Condizioni * partenza ($F_{(1,955)}=4.190$, $p < 0.05$): la differenza tra lato di partenza destro e sinistro si rileva solo nella condizione di differimento ($RT_{part\ sx} > dx$, $p < 0.001$) e, come specifica la significativa interazione a tre vie tra **Condizione*Ego/allo*Partenza** ($F_{(1,955)}=6.103$, $p < 0.02$) ciò riguarda esclusivamente le risposte egocentriche date nella condizione differita. Quindi è quando il soggetto sta scegliendo un ancoramento delle risposte alle proprie coordinate corporee, e nella condizione di non simultaneità con i gesti del modello, che movimenti in risposta a gesti lateralizzati a sinistra, e quindi fatti anche dal soggetto a sinistra (risposte egocentriche) risultano più lenti. Ricordiamo che solo 3 dei nostri soggetti erano mancini.

Condizione*Ego/allo*Relazione ($F_{(1,955)}=3.872$, $p < 0.05$) nella condizione di differimento, le risposte allocentriche sono risultate più veloci delle risposte egocentriche sia nel compito di imitazione che di contrarizzazione ($RT_{ALLO_id} > EGO_id$, $p < .0001$; $RT_{ALLO_c} > EGO_c$, $p < .05$). Le risposte di contrarizzazione egocentriche risultano più veloci di quelle di imitazione egocentriche ($RT_{EGO_c} < RT_{EGO_i}$, $p < .001$) e una tendenza nella stessa direzione si riscontra anche per le risposte allocentriche ($RT_{ALLO_c} < RT_{ALLO_i}$, $p = .06$).

Condizione*Partenza*Relazione ($F_{(1,955)}=11.008$, $p<0.001$) mentre nella condizione di simultaneità non risultano differenze tra identità e contrarietà e lato di partenza, nella condizione di differimento i maggiori tempi di risposta a gesti di partenza a sinistra riguardano solo le risposte di identità ($RT_{ID_sn}>RT_{ID_dx}$, $p<0.001$)

Condizione*Ego/allo*Gesto*Relazione.

Confronti tra i gesti: Nella condizione di differimento, non emerge mai una differenza tra i tempi di risposta ai 5 gesti quando il compito richiedeva di fare il contrario, sia che i soggetti abbiano risposto secondo lo spazio allocentrico che egocentrico. Le differenze tra gesti, quando emergono, riguardano invece il compito di imitazione ($p<0.01$).

Confronti tra risposte ego e allo entro lo stesso gesto: Confrontando invece gesto per gesto, le risposte egocentriche e allocentriche risulta che vi è una differenza significativa in alcuni casi specifici:

Nella condizione di risposta differita,

- con il gesto globale diagonale (G_X) le risposte di contrarizzazione allocentriche sono più veloci di quelle egocentriche ($p=0.05$); anche il per il gesto locale diagonale (L_D) le risposte allocentriche sono risultate più veloci di quelle egocentriche, in questo caso sia nel compito di imitazione ($p<0.001$) che di contrarizzazione ($p<0.05$).
- nel gesto locale coronale, le risposte allocentriche sono risultate significativamente più veloci delle egocentriche ($p=0.003$)

Nella condizione di simultaneità, invece, emerge una sola differenza: i soggetti che, nel compito di imitazione, rispondono al gesto locale sagittale (LS) facendo lo stesso allocentricamente impiegano significativamente più tempo dei soggetti che rispondono facendo lo stesso egocentricamente.⁸

⁸ Non è strano che nella condizione di simultaneità le differenze in generale, - quindi sia tra gesti che tra risposte ego/allo - diminuiscano: la simultaneità costringe di fatto i soggetti a rispondere tutti più o meno entro lo stesso tempo, che è quello deciso dal gesto prodotto dal modello.

Confronti tra i tempi al compito di imitazione e di contrarizzazione, gesto per gesto: Sia nella condizione di differimento che di simultaneità, nel confronto tra i compiti “fai lo stesso” e “fai il contrario”, là dove delle differenze emergono sono sempre differenze che indicano maggior velocità di risposta al compito di contrarizzazione, sia che sia inteso nell’egospazio che nell’alospazio.

Nella condizione di differimento questa differenza emerge in tre casi:

- risposta allocentrica a gesto globale coronale (GC): $RT\ ALLO_c < RT\ ALLO_i$ ($p < 0.05$);
- risposta egocentrica a gesto locale coronale (LC) e diagonale (LD): $RT\ EGO_c < RT\ EGO_i$ ($p < 0.05$);

Nella condizione di simultaneità, c’è una tendenza nella stessa direzione delle risposte allocentriche al gesto locale sagittale: $RT\ ALLO_c < RT\ ALLO_i$ ($p = 0.06$).

Condizione*Ego/allo*Partenza*Relazione: i maggiori tempi di risposta per gesti fatti dal modello sul lato sinistro riguardano di fatto le risposte differite nel compito di imitazione, quando la risposta dei soggetti è egocentrica ($p < 0.001$); nelle altre condizioni il tempo non varia in relazione al lato di partenza.

3.3.3. ANALISI E DISCUSSIONE DEL RATING DI CERTEZZA-INCERTEZZA

Abbiamo quindi studiato se i punteggi di certezza-incertezza dati dai soggetti al termine di ciascuna sessione variassero in funzione delle condizioni (differita, simultanea), della relazione (fai lo stesso, fai il contrario) e del tempo medio di risposta, facendo una ANOVA con condizione e relazione (come predittori categoriali) e tempo medio di risposta (come predittore continuo covariato).

E’ risultato significativo solo il tempo di risposta medio ($F_{(1,81)} = 4,207$, $p < 0.5$), quindi il tempo che i soggetti hanno impiegato mediamente a rispondere è un indicatore del livello di certezza\incertezza delle loro risposte. Abbiamo quindi fatto una regressione lineare per stabilire se il tempo di risposta è un buon predittore e la

relazione emersa è una relazione inversa: minore il tempo, maggiore la certezza espressa dal soggetto ($t = -2,267$, $p < 0.05$).

L'analisi ci dice dunque che non ci sono differenze significative in generale legate alla relazione richiesta: i gruppi di soggetti ai quali era stato chiesto di "fare il contrario" non sono stati meno certi di quelli ai quali era stato chiesto di "fare lo stesso". Questo significa che non cambia niente nella percezione di un compito di imitazione rispetto a quello di contrarizzazione in termini di incertezza/certezza delle risposte, che non ce ne è uno avvertito come più facile e uno più difficile. Anzi dalle altre analisi rispetto ai tempi di risposta viste sopra, in alcuni casi addirittura risulta che i soggetti sono più veloci a fare il contrario anziché l'identico.

Nessuna differenza emerge anche rispetto alla condizione di differimento e simultaneità: non sono state registrati gradi di certezza maggiori per l'una o per l'altra, il che ci fa pensare che il fatto di avere il modello che ripeteva il movimento insieme con il soggetto nella condizione di simultaneità, sebbene "forzasse" un po' i tempi di risposta, non ha influito sul grado di certezza del gesto prodotto, nè in una direzione (riduzione di certezza) nè nell'altra (aumento di certezza).

L'unico fattore che evidenzia una differenza nel grado di certezza è il tempo di risposta. Il tempo che i soggetti hanno impiegato mediamente a rispondere è un buon predittore dei livelli di certezza e incertezza delle loro risposte. E la relazione che è emersa è una relazione inversa cioè: minore è il tempo che i soggetti impiegano a rispondere, maggiore è la certezza che esprime il soggetto. Quindi questa analisi ci dice che osservando il tempo è possibile a predire quanto certo sarà il soggetto della sua risposta.

3.4 DISCUSSIONE GENERALE

Dai risultati è emerso che il sistema di riferimento egocentrico non esaurisce tutte le risposte date dai soggetti adulti. Al contrario è emerso che la maggior parte delle risposte che i soggetti hanno dato, in generale, andavano nella direzione allocentrica più che egocentrica in tutte le condizioni considerate.

Un dato importante da sottolineare, emerso dalle analisi sui tempi di risposta, si lega alla considerazione che in ogni imitazione frontale è potenzialmente contenuta una parte di identità e di contrarietà. Ma queste due componenti potrebbero non avere lo stesso peso se varia il sistema di riferimento adottato. E infatti, dalle analisi dei tempi di risposta, in particolare dai confronti tra i tempi al compito di imitazione e di contrarizzazione, gesto per gesto (interazione tra Condizione * Ego/allo * Gesto * Relazione) è emerso che le differenze significative sono coerenti con una precisa lettura che è la seguente: quando i soggetti rispondevano utilizzando il sistema di riferimento egocentrico impiegavano tempi lunghi per dare la loro risposta imitativa più che per contrarizzare, il che può significare che seppure stessero facendo “lo stesso”, si trattava di una risposta di imitazione che portava con sé degli elementi di disturbo ben percepiti che hanno rallentato la risposta. Questi elementi di disturbo erano legati al fatto che, sebbene i soggetti stessero imitando (egocentricamente), stavano puntando nella direzione opposta dello spazio (fare lo stesso egocentricamente in un gesto locale coronale, infatti, significa che se il modello punta verso est con il suo braccio destro, il soggetto punterà verso ovest con il suo braccio destro). Il fatto di orientarsi secondo direzioni opposte nello spazio dà origine a delle incertezze che si riflettono nei tempi di risposta.

Anche nell'imitazione con il sistema di riferimento allocentrico ovviamente c'è una dimensione di identità che è quella legata all'ancoramento ambientale e al contempo una dimensione di contrarietà (legata all'utilizzo dell'arto egocentricamente opposto) ma tuttavia questa differenza non viene così spesso notata, come evidenziato dai tempi di risposta.

Questo ci fa pensare che l'ancoramento ambientale abbia un ruolo davvero importante nella scelta dei nostri comportamenti e che fa sentire il suo peso anche quando si decide di scegliere un sistema di riferimento egocentrato (rallentando i tempi di quest'ultima risposta).

In conclusione e rispetto all'analisi della contrarietà in particolare, dalla ricerca sono emersi due macro-risultati interessanti rispetto all'ipotesi generale del lavoro: i tempi di risposta sono stati più lunghi per le risposte di tipo egocentrico rispetto alle risposte allocentriche (il che dà indicazione della maggior automaticità delle

seconde) e sono risultati spesso più lunghi nella condizione di identità che in quella di contrarietà. Quest'ultimo risultato si adatta bene all'altro risultato emerso e cioè che i partecipanti non sono risultati meno certi quando è stato chiesto loro di fare il contrario piuttosto che lo stesso. Ciò dà ulteriori conferme del fatto che la contrarietà è un aspetto importante e direttamente intelligibile da parte dei soggetti (addirittura più semplice della risposta imitativa) e incoraggia a considerare che questo aspetto vada integrato nelle un po' troppo monolitiche analisi correnti dell'imitazione.

CONCLUSIONI

Questa ricerca si era posta l'obiettivo di indagare in che modo i sistemi di riferimento allocentrico ed egocentrico possono influenzare la velocità e l'accuratezza delle risposte a determinati stimoli motori nella condizione di frontalità (180°) fra due soggetti.

Dall'analisi della letteratura sull'imitazione erano emerse delle riflessioni sul ruolo determinante dello spazio allocentrico nell'imitazione, ma tuttavia era stato schiacciato dentro la sola definizione di "fare lo stesso", come identità.

Aggiungendo al compito imitativo quello che richiede la contrarizzazione del gesto, è emerso che il sistema di riferimento egocentrico in effetti non esaurisce tutte le risposte date dai soggetti adulti; in particolare il suo ruolo diventa più evidente quando i soggetti si trovano a fare "il contrario" più che "lo stesso".

Rispetto alla contrarietà sono emersi due macro-risultati interessanti: i tempi di risposta sono stati più lunghi per le risposte di tipo egocentrico rispetto alle risposte allocentriche. Questo primo dato ci fa pensare che le persone sentano davvero come più automatica la risposta allocentrica e quindi più "facile" fare appello all'ambiente anziché ragionare su quale sia l'effettore o la porzione di spazio anatomicamente corrispondente. Ciò trova riscontro informale anche nel fatto che nel Fitness di gruppo (durante una lezione frontale, con rotazione di 180°), gli allievi, costretti anche dai tempi veloci della musica, seguono molto più spontaneamente il movimento dell'istruttore ancorandosi allo spazio che alla struttura anatomica, anche se non viene data loro nessuna particolare istruzione di tipo verbale in questa direzione.

Il secondo risultato significativo è che i tempi di risposta sono stati spesso più lunghi nella condizione di identità piuttosto che in quella di contrarietà. Nonostante una iniziale "preoccupazione" manifestata dai soggetti di fronte alla richiesta di "fare il contrario", come evidenziano i risultati, i soggetti non hanno poi avuto nessun problema a rispondere, anzi con il contrario sono stati spesso addirittura più veloci che nel compito imitativo. Questo dato intanto ci dice che i soggetti hanno una certa familiarità con il concetto di contrarietà nel gesto motorio. Inoltre che probabilmente

è un concetto più netto, più preciso rispetto a quello di identità (contrariamente a quanto si potrebbe pensare), perciò una volta individuata la chiave di interpretazione del movimento osservato crea meno dubbi rispondere secondo la contrarietà che secondo l'identità.

Quest'ultimo risultato si adatta bene all'altro risultato emerso dalle valutazioni di certezza\incertezza e cioè che i partecipanti non sono risultati meno certi quando è stato chiesto loro di fare il contrario piuttosto che lo stesso. Ciò dà ulteriori conferme del fatto che la contrarietà è un aspetto importante e direttamente intelligibile da parte dei soggetti e proprio la presenza implicita dei contrari nei gesti imitativi frontali induce a ritenere che forse non sia opportuno continuare a porre il problema dell'imitazione ignorando il fatto che il soggetto, quando imita frontalmente, di fatto produce un gesto che contiene aspetti di contrarietà - che, data l'evidenza emersa dai dati sulla facilità di gestire questo concetto, si può ritenere egli riconosca. Nel concetto di imitazione frontale, insomma, sono insiti sia l'identità che la contrarietà (che poi può essere considerata ora come specularità, ora come contrasto di direzione rispetto allo spazio, ecc.): questo è un dato evidente e una informazione che non può essere ignorata.

Questi risultati incoraggiano a considerare la contrarietà nei gesti e in particolare nei gesti motori, come un aspetto importante e fondamentale che potrebbe aprire a nuove e diverse analisi del movimento e potrebbe offrire dei suggerimenti per agevolare il tipo di comunicazione nelle situazioni di frontalità nella vita di tutti i giorni. Prendiamo ad esempio le situazioni applicative illustrate nel secondo capitolo, in cui l'imitazione ricopre un ruolo importante come lo sport, il fitness, la danza, la fisioterapia o gli applicativi sviluppati per tutti quei dispositivi che utilizzano sistemi di riconoscimento visivo del movimento (come le più recenti *consolle* di gioco). Dal punto di vista dell'allievo, del paziente, del giocatore, di chi utilizza il dispositivo, in tutte quelle situazioni in cui ci si trova uno-a-uno ci sarebbe uno stress e un dispendio di energia e di concentrazione minore, per cercare di intuire quale sia il "comando" fornito, per assumere la posizione corretta, o una appropriata posizione di gioco in campo se si tenesse conto che imitare non è un fatto semplice proprio perché spesso imitare si accompagna all'esperienza di contrarizzare. Lo stesso discorso vale per la comunicazione con il pubblico nelle performance artistiche il cui obiettivo è

coinvolgere a livello sensoriale lo spettatore in modo tale da farlo sentire in perfetta sintonia con l'esperienza sensoriale e con il performer. Ma anche dal punto di vista della didattica, di chi progetta e allena, si potrebbero trarre dei grandi benefici poiché ad esempio sapere che spesso le persone non fanno riferimento esclusivamente al sistema di riferimento egocentrico, ma anzi sono più veloci se si rifanno all'ambiente è un'informazione utilissima da sfruttare quando si cerca di insegnare o di correggere un movimento, una strategia di gioco o una posizione da tenere. O per contrasto, il fatto di sapere che le indicazioni allocentriche sono più immediate potrebbero, ad esempio, suggerire di non rallentare inutilmente l'apprendimento con informazioni di tipo egocentrico.

Questo lavoro ovviamente ha solo aperto uno spiraglio in questa direzione che deve essere ancora ampiamente esplorata, ma sicuramente i risultati fin qui emersi contribuiscono a sottolineare che il concetto di contrarietà è centrale nell'esperienza motoria degli esseri umani tanto quanto (se non di più) quello di identità e che perciò valga la pena di integrarlo negli studi correnti sull'imitazione.

BIBLIOGRAFIA

- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human movement science* , 6 (4), 283-319.
- Antonio, C., Mazzarino, B., & Volpe, G. (2004). Analysis of expressive gesture: The eyesweb expressive gesture processing library. *Gesture-based communication in human-computer interaction* (pp. 460-467). Springer Berlin Heidelberg.
- Arbib, M. A. (1987). Levels of modeling of mechanisms of visually guided behavior. *Behavior Brain Science* , 10, 407-465.
- Avikainen, S., Wohlschlager, A., Liuhanen, S., Hanninen, R., & Hari, R. (2003). Impaired mirror-image imitation in Asperger and high-functioning autistic subjects. *Current biology* , 13, 339-341.
- Aziz-Zadeh, L., Koski, L., Zaidel, E., Mazziotta, J., & Iacoboni, M. (2006). Lateralization of the human mirror neuron system. *The journal of neuroscience* , 26 (11), 2964-2970.
- Aziz-Zadeh, L., Maeda, F., Zaidel, E., Mazziotta, J., & Iacoboni, M. (2002). Lateralization in motor facilitation during action observation: a TMS study. *Exp Brain Res* , 144, 127-131.
- Ball, K., Smith, D., Ellison, A., & Schenk, T. (2009). Both egocentric and allocentric cues support spatial priming in visual search. *Neuropsychologia* , 47, 1585-1591.
- Bapi, R. S., Doya, K., & Harner, A. M. (2000). Evidence for effector independent and dependent representations and their differential time course of acquisition during motor sequence learning. *Experimental Brain Research* , 132 (2), 149-162.
- Barbacci, S. (2002). Labanotation: a universal movement notation language. *Journal of Science Communication* , 1-11.
- Bazzarin, V. (2009). Il rapporto tra percezione e previsione in compiti di compatibilità spaziale.

Bekkering, H., Wholschlager, A., & Gattis, M. (2000). Imitation of gestures in children is goal-directed. *The quarterly journal of experimental psychology* , 53A (1), 153-164.

Belopolsky, A. V., N.L.Olivers, C., & Theeuwes, J. (2008). To point a finger: attentional and motor consequences of observing pointing movements. *Acta psychologica* , 128, 56-62.

Bertenthal, B. I., Longo, M. R., & Kosobud, A. (2006). Imitative response tendencies following observation of transitive actions. *Journal of experimental psychology: human perception and performance* , 32 (2), 210-225.

Bianchi, I., & Savardi, U. (2009). Contrariety in plane mirror reflections. In *The perception and cognition of contraries* (pp. 113-128).

Bianchi, I., & Savardi, U. (2008). *The perception of contraries*. Roma: Aracne.

Bianchi, I., & Savardi, U. (2008). The relationship perceived between the real body and the mirror image. *Perception* , 37, 666-687.

Bianchi, I., Savardi, U., Burro, R., & Martelli, M. F. ((submitted)). Doing the opposite to what another person is doing. *Acta Psychologica* .

Bird, G., & Heyes, C. (2005). Effector-dependent learning by observation of a finger movement sequence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* , 31 (2), 262.

Bosbach, S., Prinz, W., & Kerzel, D. (2004). A Simon effect with stationary moving stimuli. *Jurnal of experimental psychology: human perception and performance* , 30 (1), 39-55.

Boutin, A., Fries, U., Panzer, S., Shea, C., & Blandin, Y. (2010). Role of action observation and action in sequence learning and coding. *Acta psychologica* , 135 (2), 240-251.

- Bozzi, P. (1989). *Fenomenologia sperimentale*. Bologna: Il Mulino.
- Brass, M., & Heyes, C. (2005). Imitation: is cognitive neuroscience solving the correspondence problem? *TRENDS in Cognitive Sciences* , 9 (10), 489-495.
- Brass, M., & Rüschemeyer, S.-A. (2010). Mirrors in science: How mirror neurons changed cognitive neuroscience. *Cortex* , 46 (1), 139-143.
- Brass, M., Bekkering, H., Wohlschläger, A., & Prinz, W. (2000). Compatibility between observed and executed finger movements: comparing symbolic, spatial and imitative cues. *Brain and Cognition* , 44, 124-143.
- Bremner, F. (2011). Multisensory space: from eye-movements to self-motion. *J Physiol* , 589 (4), 815-823.
- Bryant, D. J., & Margaret Lanca, B. T. (1995). Spatial concepts and perception of physical and diagrammed scenes. *Perceptual and Motor Skills* , 81 (2), 531-546.
- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., et al. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *European journal of neuroscience* , 13, 400-404.
- Button, C. (2002). Auditory information and the co-ordination of one-handed catching. *Interceptive Act* .
- Byrne, P., & Becker, S. (2008). A principle for learning egocentric-allothetic transformation. *Neural Computation* , 20, 709-737.
- Camurri, A., Krumhansl, C. L., Mazzarino, B., & Volpe, G. (2004). An exploratory study of anticipating human movement in dance. *In the Proceedings of this same Conference*.
- Camurri, A., Mazzarino, B., & Volpe, G. (2004). Analysis of expressive gesture: The eyesweb expressive gesture processing library. *Gesture-based communication in human-computer interaction*. (pp. 460-467). Springer Berlin Heidelberg.

- Camurri, A., Mazzarino, B., & Volpe, G. (2004). Expressive gestural control of sound and visual output in multimodal interactive systems. *Proceedings of the International Conference Sound and Music Computing*.
- Camurri, A., Mazzarino, B., Menocci, S., Rocca, E., Vallone, I., & Volpe, G. (2004). Expressive gesture and multimodal interactive systems.
- Camurri, A., Mazzarino, B., Ricchetti, M., Timmers, R., & Volpe, G. (2004). Multimodal analysis of expressive gesture in music and dance performances. *Gesture-based communication in human-computer interaction* (pp. 20-39). Springer Berlin Heidelberg.
- Camurri, A., Mazzarino, B., Trocca, R., & Volpe, G. Real-time analysis of expressive cues in human movement. *Proc. Intl. Conf. CAST01. 2001*. St Augustin-Bonn: GMD.
- Camurri, A., Poli, G. D., Leman, M., & Volpe, G. (2001). A multi-layered conceptual framework for expressive gesture applications. Barcelona: Proc. intl MOSART workshop.
- Cartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1999). The chamaleon effect: the perception-behavior link and social interaction. *Journal of personality and social psychology* , 76 (6), 893-910.
- Casasola, M. (2008). The development of infants' spatial categories. *Current Directions in Psychological Science* , 17 (1), 21-25.
- Casasola, M., Cohen, L. B., & Chiarello, E. (2003). Six-month-old infants' categorization of containment spatial relations. *Child Dev.* , 74 (3), 679-693.
- Catmur, C., Walsh, V., & Heyes, C. (2007). Sensorimotor learning configures the human mirror system. *Current biology* , 17, 1527-1531.
- Chaminade, T., meltzoff, A. N., & Decety, J. (2005). An fMRI study of imitation: action representation and body schema.

Neuropsychologia , 43, 115-127.

Chan, K. W., & Chan, A. H. (2011). Spatial stimulus-response compatibility for hand and foot controls with vertical plane visual signals. *Displays* , 32, 237-243.

Chao, L. L., & Martin, A. (2000). REpresentation of manipulable man-made objects in the dorsal stream. *NeuroImage* , 12, 478-484.

Chiavarino, C. (2012). Imitazione speculare e imitazione anatomica: un'ipotesi unificata. *Giornale italiano di psicologia* , 39 (1), 73-90.

Chiavarino, C., Apperly, I. A., & Humphreys, G. W. (2007). Exploring the functionale and anatomical bases of mirror-image and anatomica imitation: the role of the frontal lobes. *Neuropsychologia* , 45, 784-795.

Craighero, L., Fadiga, G., Rizzolatti, C., & Umilta, L. (1998). Visuomotor priming. *Visual Cognition* , 5 (1-2), 109-125.

Craighero, L., Fadiga, L., Umiltà, C. A., & Rizzolatti, G. (1996). Evidence for visuomotor priming effect. *Neuroreport* , 8, 347-349.

Decety, J., Chamiade, T., Grèzes, J., & Meltzoff, A. (2002). A PET exploration of the neural mechanisms involved in reciprocal imitation. *NeuroImage* , 15, 265-272.

Ehrenfels, C. v. (1890). Über gestaltqualitäten. *Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie* , 14 (3), 249-292.

Fitts, P. M., & Seeger, C. M. (1953). SR compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes. *Journal of experimental psychology* , 46 (3), 199.

Fitts, P. M., & Seeger., C. M. (1953). SR compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes. *Journal of experimental psychology* , 46 (3), 199-210.

Forsythe, I. D. (2011). Multisensory integration for orientation and movement. *The Journal of Physiology* , 589 (4), 805-805.

- Franz, E. A., Ford, S., & Werner, S. (2007). Brain and cognitive processes of imitation in bimanual situations: Making inferences about mirror neuron systems. *Brain research* , 1145, 138-149.
- Gallese, V., Craighero, L., Fadiga, L., & Fogassi, L. (1999). Perception through action. *Psyche* , 5 (21), 1.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain* , 119, 593-609.
- Gherzil, A. (2010). Fattori percettivi in risposta al servizio nel tennis: elementi visivi, acustici e motori.
- Gibson, J. J. (1950). *The perception of the visual world*.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*.
- Gillmeister, H., Catmur, C., Liepelt, R., Brass, M., & Heyes, C. (2008). Experience-bases priming of body parts: a study of action imitation. *Brain research* , 1217, 157-170.
- Gleissner, B., Meltzoff, A. N., & Bekkering, H. (2000). Children's coding of human action: cognitive factors influencing imitation in 3-year-olds. *Developmental Science* , 3 (4), 405-414.
- Gordon, H. (1922-23). Hand and ear tests. *British Journal of Psychology* , 13, 283-300.
- Goulet, C., Bard, C., & Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: a visual information processing approach. *Journal of Sport & Exercise Psychology* .
- Grafton, S. T., Arbib, M. A., Fadiga, L., & Rizzolatti, G. (1996). Localization of grasp representations in humans by positron emission tomography. *Esp Brain Res* , 112, 103-111.

- Grèzes, J., Costes, N., & Decety, J. (1999). The effects of learning and intention on the neural network involved in the perception of meaningless actions. *brain* , 122, 1875-1887.
- Griesbeck, C. (1996 йил 17-September). Introduction to Labanotation. *Retrieved* , 2002.
- Grossman, E. D., & Blake, R. (2001). Brain activity evoked and imagined biological motion. *Vision Research* , 41, 1475-1482.
- Hashimoto, S. Kansei as the third target of information processing and related topics in japan. *Proceedings of the International Workshop on KANSEI: The technology of emotion* (p. 101-104). 1997: AIMI (Italian Computer Music Association) and DIST-University of Genova.
- Hedge, A., & Marsh, N. W. (1975). The effect of irrelevant spatial correspondences on two-choice response-time. *Acta Psychologica* , 39 (6), 427-439.
- Helbig, H. B., Graf, M., & Kiefer, M. (2006). The role of action representations in visual object recognition. *Exp Brain Res* , 174, 221-228.
- Hespos, S. J., & Spelke, E. S. (2004). Conceptual precursors to language. *Nature* , 430 (6998), 453-456.
- Heuer, H., & Sanders, A. (1987). *Perspectives on perception and action*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Heyes, C. (2001). Causes and consequences of imitation. *TRENDS in Cognitive Sciences* , 5 (6), 253-261.
- Heyes, C. M., & Ray., E. D. (2000). What is the significance of imitation in animals? *Advances in the Study of Behavior* , 29, 215-245.
- Heyes, C., & Ray, E. (2004). Spatial S-R compatibility effects in an intentional imitation task. *Psychonomic Bulletin & Review* , 11 (4), 703-708.

Iacoboni, M., Koski, L. M., Brass, M., Bekkering, H., Woods, R. P., Dubeau, M.-C., et al. (2001). Reafferent copies of imitated actions in the right superior temporal cortex. *PNAS*, *98* (24), 13995-13999.

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* (3), 529-535.

Iacoboni, M., Woods, R. P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J. C., & Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, *286*, 2526-2528.

Ishikura, T., & Inomata, K. (1995). Effects of angle of model-demonstration on learning of motor skill. *Perceptual and motor skills*, *80* (2), 651-658.

James M, K., Neal, A., Weiskopf, N., Friston, k. J., & Frith, C. D. (2009). Evidence of mirror neurons in human inferior frontal gyrus. *The journal of neuroscience*, *29* (32), 10153-10159.

Jones, C. M., & Miles, T. R. (1978). Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of human movement studies*, *4* (4), 231-235.

Köhler, W. (1984). *La psicologia della Gestalt*. (G. D. Toni, Ed.) Feltrinelli.

Kanizsa, G., & Vicario, G. (1967). Caratteri espressivi ed intenzionali dei movimenti: La percezione della "reazione". *Rivista di Psicologia*, *61*, 319-321.

Keele, S. W., & Summers, J. J. (1976). The structure of motor programs. *G.E.*

Kelso, J. A., Colle, J. D., & Schöner, G. (1990). *Action-perception as a pattern formation process*.

Kelso, J. S., & Kay, B. (1987). Information and control: A macroscopic analysis of perception-action coupling. *Perspectives on perception and action*, *1*, 3-32.

- Klatzky, R. L. (1998). *Alloentric and egocentric spatial representations: definitions, distinctions, interconnections*. Springer Berlin Heidelberg.
- Koffka, K. (1922). Perception: An introduction to the Gestalt-theorie. *Psychological Bulletin* , 19 (10), 531-585.
- Koffka, K. (1970). *Principi di psicologia della forma*. Boringhieri.
- Koski, L., Iacoboni, M., Dubeau, M.-C., Woods, R. P., & Mazziotta, J. C. (2003). Modulation of cortical activity during different imitative behaviours. *J Neurophysiol* , 89, 460-471.
- Koski, L., Wohlschlager, A., Bekkering, H., Woods, R. P., Dubeau, M.-C., Mazziotta, J., et al. (2002). Modulation of motor and premotor activity during imitation of target-directed actions. *Cerebral cortex* , 12, 847-855.
- Krams, M., Rushworth, M., Deiber, M.-P., Frackowiak, R., & Passingham, R. (1998). The preparation, execution and suppression of copied movements in the human brain. *Exp Brain Res* , 120, 386-398.
- Laban, R. v. (1999). *L'arte del movimento*. (E. Casini-Ropa, & S. Salvagno, A cura di) Cooperativa Ephemera Editrice.
- Land, M.F., McLeod (2000). From eye movements to actions: how batsman hit the ball. *Nature Neuroscience*, 3, 1340-1345.
- Laxar, K. (1979). Compatibility and Laterality Effects in Directional Information Displays. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* . , 23 (1), 433-437.
- Lee, D. N., & Young, D. S. (1986). Gearing action to the environment. *Experimental Brain Research* , 15 (2), 16-230.
- Lewin, K. (1926). Vorsatz, wille und bedürfnis. *Psychologische Forschung* , 7 (1), 330-385.

Mach, E. (1982). *Conoscenza ed errore: abbozzi per una psicologia della ricerca*. Einaudi.

Mach, E. (1975). *L'analisi delle sensazioni e il rapporto fra fisico e psichico*.

McDonough, L., Choi, S., & Mandler, J. M. (2003). Understanding spatial relations: Flexible infants, lexical adults. *Cognitive psychology*, 46 (3), 229-259.

Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. (1997). Explaining facial imitation: a theoretical model. *Early development and parenting*, 6, 179-192.

Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. (1983). Newborn infants imitate adult facial gestures. *Child development*, 702-709.

Mengotti, P., Corradi-Dell'acqua, C., & Rumiati, R. I. (2012). Imitation components in the human brain: an fMRI study. *NeuroImage*, 59, 1622-1630.

Merleau-Ponty, M. (2002). *Phenomenology of perception*. 1962.

Metzger, W. (1941). *Die Entwicklung ihrer Grundannahmen seit der Einführung des Experiments*. Darmstadt, Germany: Steinkopff Verlag.

Metzger, W. (1971). Ganzheit-Gestalt-Struktur. *Lexikon der Psychologie*, Bd (1), 675-682.

Metzger, W. (1984). *I fondamenti della psicologia della Gestalt*. Firenze: Giunti.

Michotte, A. E. (1946). *La perception de la causalité*. Louvain: Publ. Universitaires de Louvain.

Milanese, N., Iani, C., & Rubichi, S. (2010). Shared learning shapes human performance: transfer effects in task sharing. *Cognition*, 116, 15-22.

Molnar-Szakacs, I., Iacoboni, M., Koski, L., & Mazziotta, J. (2005). Functional segregation within pars opercularis of the inferior frontal gyrus: evidence from fMRI studies of imitation and action observation. *Cerebral Cortex*, 15 (7), 986-994.

- Morasso, P. G. (2000). Modelli di controllo del movimento: apprendimento ed esecuzione. *Fuori Schema*. Milano: Springer editore.
- Mosconi, G. (1966). Contributo all'analisi psicologica delle qualità espressive. *Rivista di psicologia* , 4, 337-351.
- Mou, W., McNamara, T. P., Rump, B., & Xiao, C. (2006). Roles of egocentric and allocentric spatial representations in locomotion and reorientation. *Journal of experimental psychology: learning, memory and cognition* , 32 (6), 1274-1290.
- Newman-Norlund, R. D., Schie, H. T., Zuijlen, A. M., & Bekkering, H. (2007). The mirror neuron system is more active during complementary compared with imitative action. *Nature neuroscience* , 10 (7), 817-818.
- Nicoletti, R., & Umiltà, C. (1984). Right-left prevalence in spatial compatibility. *Perception & Psychophysics* , 35 (4), 333-343.
- Nicoletti, R., Anzola, G., Luppino, G., Rizzolatti, G., & Umiltà, C. (1982). Spatial compatibility effects on the same side of the body midline. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* , 8, 664-673.
- Nishitani, N., & Hari, R. (2000). Temporal dynamics of cortical representation for action. *PNAS* , 97 (2), 913-918.
- Osman, M., Bird, G., & Heyes, C. (2005). Action observation supports effector-dependent learning of finger movement sequences. *Experimental Brain Research* , 165 (1), 19-27.
- Pellegrino, G. D., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (1992). Understanding motor events: a neurophysiological study. *Exp Brain Res* , 91, 176-180.
- Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT press.

Post, M., Bakels, R., & Zijdevind, I. (2009). Inadvertent contralateral activity during a sustained unilateral contraction reflects the direction of target movement. *The journal of neuroscience* , 29 (19), 6353-6357.

Press, C., Ray, E., & Heyes, C. (2009). Imitation of lateralized body movements: doing it the hard way. *Laterality* , 14 (5), 515-527.

Prinz, W. (1997). Perception and action planning. *European journal of cognitive psychology* , 9 (2), 129-154.

Quinn, P. C., & Bhatt, R. S. (2005). Learning perceptual organization in infancy. *Psychological Science* , 16 (7), 511-515.

Quinn, P. C., Cummins, M., Kase, J., Martin, E., & Weissman, S. (1996). Development of categorical representations for above and below spatial relations in 3-to 7-month-old infants. *Developmental Psychology* , 32 (5), 942.

Rizzolatti, G., & Craighero, L. The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci* , 27 (2004), 169-192.

Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, I. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive brain research* , 3, 131-141.

Rizzolatti, G., Fogassi, L., & Gallese, V. (2001). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews Neuroscience* , 2 (9), 661-670.

Rodrigues, S. T., Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2002). Head, eye and arm coordination in table tennis. *Journal of Sports Sciences* , 20 (3), 187-200.

Rusconi, E., Gonzaga, M., Adriani, M., Braun, C., & Haggard, P. (2009). Know thyself: behavioral evidence for a structural representation of the human body. *PloS one* , 4 (5), e5418.

Savardi, U., & Bianchi, I. (1997). *I luoghi della contrarietà*. Torino: Upsel.

Savardi, U., & Bianchi, I. (2001). La percezione della forma dei gesti identici e contrari. *DiPAV-QUADERNI*.

Savardi, U., & Bianchi, I. (2000). *L'identità dei contrari*. Verona: Cierre.

Savardi, U., & Bianchi, I. (1996). Qualità e contrarietà, da una prospettiva fenomenologica alle categorie di Aristotele. *Annali dell'Istituto di Psicologia*, 161-191.

Savardi, U., & Bianchi, I. (1996). Qualità e contrarietà, da una prospettiva fenomenologica alle categorie di Aristotele. *Annali dell'Istituto di Psicologia*, 161-191.

Savardi, U., Bianchi, I., & Bertamini, M. (2010). Naïve predictions of motion and orientation in mirrors: From what we see to what we expect reflections to do. *Acta Psychologica*, 134 (1), 1-15.

Schie, H. T., Waterschoot, B. M., & Bekkering, H. (2008). Understanding action beyond imitation: reversed compatibility effects of action observation in imitation and joint action. *Journal of experimental psychology: human perception and performances*, 34 (6), 1493-1500.

Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2000). *Motor learning and performance: A problem-based learning approach*. Champaign. Human Kinetics.

Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2000). *Motor learning and performance* (Vol. 3). IL: Human Kinetics.

Sebanz, N., Knoblich, G., & Prinz, W. (2005). How to share a task: corepresenting stimulus-response mappings. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 31 (6), 1234-1246.

Sebanz, N., Knoblich, G., & Prinz, W. (2003). Representing others' actions: just like one's own? *Cognition*, 88, B11-B21.

- Shmuelof, L., & Zohary, E. (2008). Mirror-image representation of action in the anterior parietal cortex. *Nature neuroscience* , 11 (11), 1267-1269.
- Sholl, M. J., & Egeth, H. E. (1981). Right-left confusion in the adult: a verbal labeling effect. *Memory & Cognition* , 9 (4), 339-350.
- Simon, J. R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of experimental psychology* , 81 (1), 174-176.
- Simon, J. R., & Craft, J. L. (1970). Effects of an irrelevant auditory stimulus on visual choice reaction time. *Journal of Experimental Psychology* , 86 (2), 272.
- Simon, J. R., & Rudell, A. P. (1967). Auditory SR compatibility: the effect of an irrelevant cue on information processing. *Journal of Applied Psychology* , 51 (3), 300.
- Simon, J. R., Hinrichs, J. V., & Craft, J. L. (1970). Auditory SR compatibility: reaction time as a function of ear-hand correspondence and ear-response-location correspondence. *Journal of Experimental Psychology* , 86 (1), 97.
- Simon, J. R., Sly, P. E., & Vilapakkam, S. (1981). Effect of compatibility of SR mapping on reactions toward the stimulus source. *Acta Psychologica* , 47 (1), 63-81.
- Sorrento, G. U., (Land & McLeod, 2000)& Henriques, D. Y. (2008). Reference frame conversions for repeated arm movements. *Journal of neurophysiology* , 99 (6), 2968-2984.
- Spinelli, D. (2002). *Psicologia dello sport e del movimento umano*.
- Sturmer, B., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2000). Correspondence effects with manual gestures and postures: a study of imitation. *Journal of experimental psychology: human perception and performance* , 26 (6), 1746-1759.
- Tagliabue, M., Zorzi, M., & Umiltà, C. (2002). Cross-modal re-mapping influences the Simon effect. *Memory & Cognition* , 30 (1), 18-23.

Teixeira, L., & Franzoni, M. (2002). Time course of timing reprogramming in interception is modulated by uncertainty on velocity alteration. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2 (5), 167-173.

Templeton, W. B., Howard, I. P., & Lowman, A. E. (1966). Passively generated adaptation to prismatic distortion. *Perceptual and motor skills*, 22 (1), 140-142.

Thomas, R., Press, C., & Haggard, P. (2006). Shared representations in body perception. *Acta psychologica*, 121 (3), 317-330.

Tresilian, J.R. (1994). Approximate information sources and perceptual variables in interceptive timing. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 20, 154-163.

Tsai, J. C.-C., Knoblich, G., & Sabanz, N. (2011). ON the inclusion of externally controlled actions in action planning. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 37 (5), 1407-1419.

Tucker, M., & Ellis, R. (1998). On the relations between seen objects and components of potential actions. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 24 (3), 830-846.

Umiltà, C., & Nicoletti, R. (1990). Spatial stimulus-response compatibility. *Advances in psychology*, 65, 89-116.

Umiltà, M., Kohler, E., Gallese, V., Fogassi, L., Fadiga, L., & Rizzolatti, G. (2011). I know what you are doing: a neurophysiological study. *Neuron*, 31, 1-20.

Vainio, L., & Mustonen, T. (2011). Mapping the identity of a viewed hand in the motor system: evidence from stimulus-response compatibility. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 37 (1), 207-221.

Varni, G., Mancini, M., Volpe, G., & Camurri, A. (2010). Sync'n'Move: social interaction based on music and gesture. *User Centric Media*, 31-38.

- Verstynen, T., Spencer, R., Stinear, C. M., Konkle, T., Diedrichsen, J., byblow, W., et al. (2007). Ipsilateral corticospinal projections do not predict congenital mirror movements: a case report. *Neuropsychologia* , 45, 844-852.
- Violi, P. (1991). Linguaggio, percezione, esperienza: il caso della spazialità. 59 (60), 59-106.
- Vishton, P. M., & Cutting, J. E. (1995). Wayfinding, displacements, and mental maps: velocity fields are not typically used to determine one's aimpoint. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* , 21 (5), 978.
- Wallace, R. J. (1972). Spatial SR compatibility effects involving kinesthetic cues. *Journal of Experimental Psychology* , 93 (1), 163.
- Waller, D., & Greenauer, N. (2007). The role of body-based sensory information in the acquisition of enduring spatial representations. *Psychological research* , 71 (3), 322-332.
- Wanderley, M. M. (2002). Quantitative analysis of non-obvious performer gestures. *Gesture and sign language in human-computer interaction.* , 241-253.
- Wapner, S., & Cirillo, L. (1968). Imitation of a model's hand movements: Age changes in transposition of left-right relations. *Child Development* , 887-894.
- Warren, W. H. (1988). Action modes and laws of control for the visual guidance of action. *Movement behavior: The motor-action controversy* , 339-380.
- Wexler, M. (2003). Voluntary head movement and allocentric perception of space. *Psychological Science* , 14 (4), 340-346.
- Williams, A. M., & Burwitz, L. (1993). Advance cue utilization in soccer. *Science and football II* , 239-244.
- Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. (1999). *Visual perception and action in sport*. Taylor & Francis.

Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J., & Smeeton, N. (2002). Anticipation skill in a real-world task: measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied* , 8 (4), 259.

Zuczkowski, A. (1976-1977). *Realtà fenomenica e linguaggio*. Recanati: Stampa Offset Micheloni G.

Zuczkowski, A. (1995). *Strutture dell'esperienza e strutture del linguaggio*. *CLUEB* .