



#### NOTE SULL'AUTORE

**Dott. David Cardano**

laurea in Scienze motorie presso SUISM Torino, laurea specialistica in Marketing e management sportivo presso SUISM Torino, master universitario in Psicologia dello sport, laureando magistrale in Scienze e tecniche psicologiche davidcardano@gmail.com

## LA SCOPERTA DEI NEURONI SPECCHIO ATTO MOTORIO E GESTO MOTORIO

di David Cardano

All'inizio degli anni '90 il team di ricercatori, guidato da Giacomo Rizzolatti, scoprì nell'area premotoria frontale (F5) del macaco una speciale tipologia di neuroni che si attivava sia durante l'esecuzione, sia all'osservazione della stessa azione di afferramento eseguita da altri. Studi elettrofisiologici e rilevazioni tramite RMN hanno dimostrato che l'area F5 della corteccia premotoria di questo animale contiene una rappresentazione motoria dei movimenti della bocca e delle azioni manuali. Una parte dei neuroni di quest'area, indistinguibili dai neuroni circostanti in termini di proprietà motorie, scarica sia quando la scimmia esegue un movimento sia quando osserva un'altra scimmia o uno sperimentatore eseguire lo stesso movimento. Questi neuroni, con proprietà visuo-motoria, vengono definiti

"neuroni specchio" perché l'azione osservata sembra essere riflessa, come in uno specchio, nella struttura neuronale deputata alla rappresentazione motoria della stessa azione da parte dell'osservatore. Neuroni con proprietà specchio sono stati successivamente identificati anche in una regione della corteccia parietale posteriore della scimmia, connessa con l'area F5, denominata area **7b** e corrispondente alla parte rostrale del lobo parietale inferiore. La presenza di neuroni specchio in diverse regioni del cervello fra loro collegate consente di affermare l'esistenza di un "sistema dei neuroni specchio". Numerosi studi, tra cui quello svolto da Rizzolatti e Craighero, mostrano come l'osservazione di azioni compiute da soggetti attivi una complessa rete di interazioni tra aree corticali.

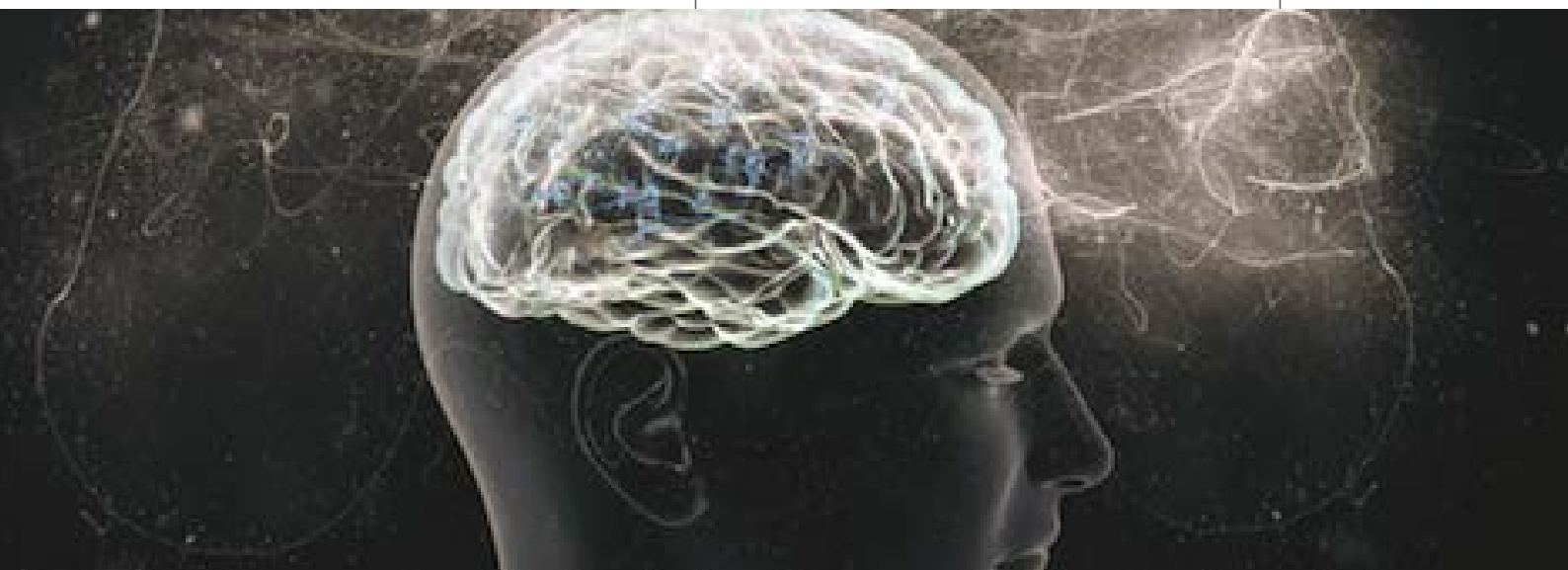


Queste aree comprendono la zona occipitale, la zona temporale e la zona visiva parietale, oltre a due regioni corticali la cui funzione è prevalentemente motoria. Queste ultime due regioni sono la parte rostrale del lobo parietale inferiore (comprendente la parte inferiore del giro precentrale), oltre alla parte posteriore del giro frontale inferiore. Queste regioni sono la parte centrale del sistema dei neuroni specchio nell'uomo. Questo sistema gioca un ruolo fondamentale sia nella comprensione delle azioni che dei processi imitativi. Analoghe proprietà sono state descritte in alcune regioni del solco temporale superiore (STS). Queste aree rispondono all'osservazione di movimenti finalizzati della mano, del capo, del tronco e di movimenti della camminata. Diversamente dai neuroni dell'area F5, tuttavia, i neuroni del Solco Temporale Superiore non possiedono una azione diretta sul movimento.

I neuroni specchio mostrano come il riconoscimento delle azioni degli altri e delle loro intenzioni dipenda in prima istanza dal nostro patrimonio motorio. Dagli atti più elementari e naturali come l'afferrare del cibo a quelli più complessi, che richiedono particolari abilità e tecnica, questi neuroni consentono di correlare i movimenti osservati a quelli propri e di riconoscerne così il significato. Ogni volta che si osserva un'azione eseguita da un altro soggetto si attivano nella corteccia prefrontale gli stessi neuroni che si attivano quando quell'azione viene effettivamente eseguita. Questa attivazione automaticamente e velocemente induce una simulazione interna del pattern motorio corrispondente all'azione

osservata. In questo modo il sistema dei neuroni specchio trasforma rapidamente l'informazione visiva nel riconoscimento dell'azione osservata. Oltre a quanto sopracitato il sistema dei neuroni specchio risulta essere implicato anche nel prevedere in anticipo lo scopo finale di una azione o gesto. L'anticipazione dello scopo avviene anche quando l'intera sequenza non risulta disponibile all'osservazione. Elemento fondamentale è però che il suo scopo sia chiaramente deducibile, cioè che siano forniti sufficienti indizi per poter creare la rappresentazione mentale del gesto compiuto dall'effettore, dimostrando che la finalità del compito può essere dedotta. Gli studiosi hanno testato una scimmia in due condizioni. Nella prima condizione la scimmia poteva vedere per intero lo svolgimento dell'azione manuale (diretta ad un oggetto preciso). Nella seconda condizione la scimmia vedeva solo la parte iniziale dell'azione, perché la parte finale della sequenza era nascosta da un pannello. I risultati mostrarono che i neuroni specchio scaricavano non solo durante l'osservazione di un'azione completa ma anche quando la parte finale veniva celata.

Questa risposta dei neuroni indicava come essi evocassero lo stesso atto motorio potenziale sia quando la scimmia osservava l'intera azione, sia quando ne vedeva solo una parte. È proprio tale atto motorio potenziale (definibile come simulazione interna) che consentiva alla scimmia di integrare la parte mancante, riconoscendo nella sequenza parziale dei movimenti che veniva vista il significato complessivo e totalitario di un'azione. Si può concludere che, mediante



il sistema dei neuroni specchio, era possibile per l'animale codificare l'azione compiuta dallo sperimentatore anche in assenza dello stimolo visivo e ciò dimostra l'ipotesi secondo cui questo sistema intervenga nella comprensione dell'azione. Nel compito di controllo si creò il seguente esperimento. Veniva mostrata alla scimmia un'azione nelle stesse condizioni descritte precedentemente, ma questa volta l'azione era mimata (mancanza dell'oggetto verso cui l'azione di afferramento sarebbe stata rivolta).

In questo caso, i neuroni specchio non si attivavano né vedendo l'intera azione, né nascondendo l'ultima parte dell'azione con un pannello. Per concludere, quindi, i neuroni specchio della scimmia scaricano in risposta all'osservazione di un'azione **soltanto** quando questa è prodotta da un effetto biologico che interagisce con un oggetto, mentre non si attivano se l'azione è soltanto mimata.

#### **ATTO MOTORIO E NON SINGOLI MOVIMENTI**

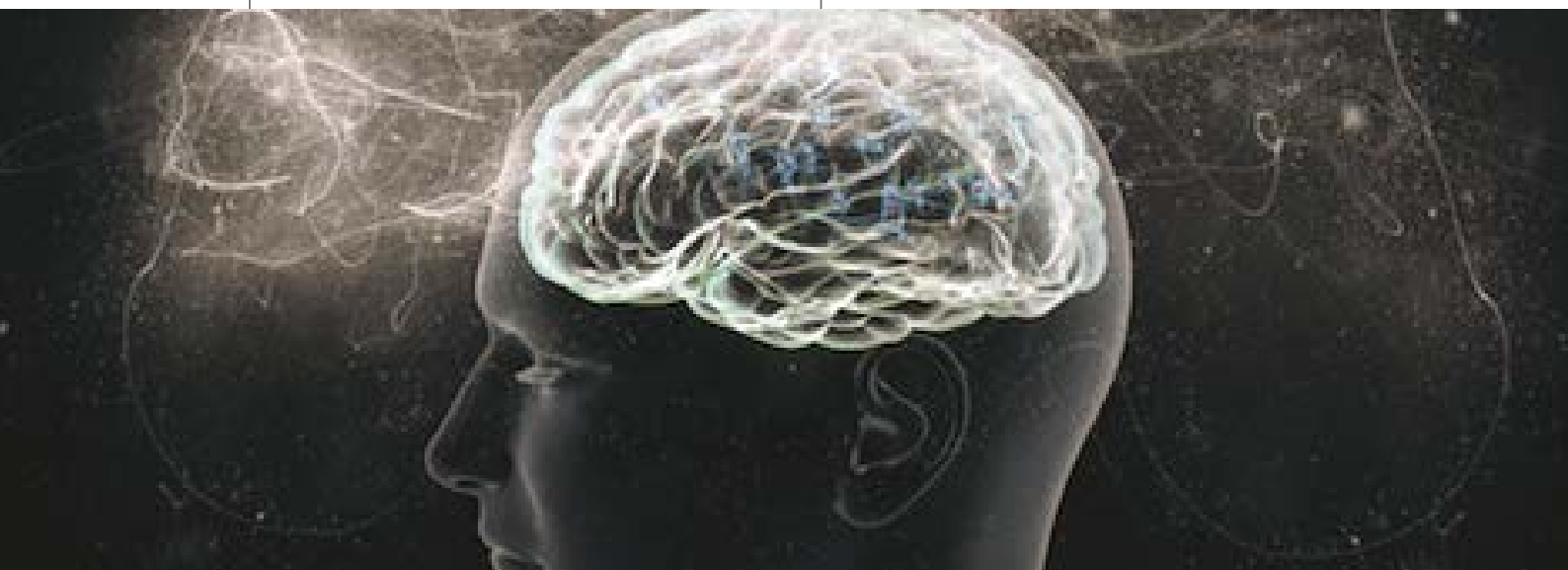
La famiglia dei neuroni specchio risponde selettivamente a specifici atti motori e non semplicemente a singoli movimenti. Questo concetto è dimostrato dal fatto che, durante un esperimento e relativa osservazione, circa il 70% dei neuroni specchio si attivano sia durante l'estensione delle dita (pre-formazione della presa) sia durante la loro flessione (presa effettuata). Si può quindi affermare che si tratta di un meccanismo che fonde l'azione svolta da altri con il proprio apprendimento, unificando quindi il mondo del cervello che capisce con il mondo del cervello che sa fare.

Giacomo Rizzolatti sostiene che i neuroni specchio ci stanno permettendo di capire che alla base dell'apprendimento c'è l'azione e che esistono due tipologie di conoscenza. Una è la conoscenza scientifica con influenza oggettiva e l'altra è la conoscenza esperienziale con una influenza soggettiva. Questa seconda conoscenza è ritenuta la nostra **vera conoscenza**, basata sul sistema motorio e sulle nostre esperienze.

I neuroni specchio mostrano quindi come il riconoscimento degli altri, delle loro azioni, delle loro intenzioni dipenda in prima istanza dal nostro patrimonio motorio e questo aspetto per me, come dottore in scienze motorie, è incredibilmente affascinante in quanto apre nuove possibilità e modalità, in ambito di metodologia di allenamento e tecniche corporee.

Diversi studi hanno analizzato l'attivazione e l'importanza dei neuroni specchio nello sport. Tomeo e collaboratori nel 2013 hanno studiato l'attività dei neuroni specchio in ambito calcistico su di un gruppo di portieri giocatori praticanti e un gruppo di portieri non praticanti, analizzando l'azione del tiro in porta.

I portieri giocatori praticanti riconoscevano prima la traiettoria della palla rispetto ai non praticanti, analizzando le informazioni cinematiche del movimento iniziale. Inoltre i portieri più esperti riconoscevano con tempi più bassi la direzione corretta della palla anche in caso di tiro "ingannevole" (modalità di tiro modificata che i ricercatori facevano eseguire da chi calciava la palla).



Un risultato uguale è stato ottenuto confrontando i tempi di risposta tra portieri e calciatori nel capire la traiettoria del pallone durante un calcio di rigore (Peiyon e Inomata 2012). Sono stati svolti anche interessanti studi in ambito del basket, rugby, pallavolo e pallamano. Questi studi hanno dimostrato che i giocatori esperti (rispetto ai non praticanti o rispetto a giocatori di basso livello) sono migliori e più efficaci nel riconoscere un'azione ingannevole (azione con finta) eseguita da un giocatore.

Questi risultati sono dati dal fatto che sono in grado di modificare solo in parte la cinematica delle azioni, ma non la sua completa caratteristica, di conseguenza i giocatori di alto livello in funzione della propria esperienza e di neuroni specchio, riconoscono prima il susseguirsi delle azioni. Lo studio effettuato da ricercatori dell'Università Britannica ha chiarito che i calciatori più esperti sono in grado di attivare un numero maggiore di aree cerebrali rispetto a giocatori meno esperti. Tutto questo ha come conseguenza l'effetto di eseguire azioni più efficaci. In questo studio sono stati esaminati 39 calciatori professionisti e principianti, i quali durante la visione di diversi video di calciatori in fase di possesso palla sono stati analizzati tramite RMN. Durante i video, il calciatore virtuale effettuava un serie di dribbling e i partecipanti all'esperimento dovevano valutare e decidere quale direzione prendere per evitare che l'avversario virtuale venisse dribblato.

L'esperimento ha fornito ancora una volta il risultato che i calciatori più esperti erano in maggior sintonia con le azioni e i movimenti degli avversari rispetto ai soggetti principianti. Un'altra scoperta interessante è relativa alla percezione delle persone nello spazio. Nel libro di Rizzolatti & Sinigaglia intitolato *So quel che fai*, viene rilevato che la maggior parte dei neuroni specchio si attivano non solo durante l'esecuzione di atti motori, ma risponde anche a stimoli sensoriali. Questa scoperta-rivelazione ha permesso di suddividere i neuroni specchio in due gruppi. Un gruppo è stato definito somato-sensoriali e l'altro gruppo in somato-sensoriali visivi o neuroni bimodali (Fogassi et al 1992). Il professor Graziano e i suoi collaboratori nel 1992 hanno descritto con dovizia di particolari

anche l'esistenza di neuroni definiti trimodali in grado di rispondere a stimoli somato-sensoriali visivi e uditivi, rilevando inoltre che la maggior parte dei neuroni bimodali si attivano preferibilmente in presenza di stimoli di movimento. Tale stimolo deve essere presente nelle vicinanze del campo recettivo tattile (nella porzione specifica che determina il campo recettivo visivo dei neuroni bimodali e che rappresenta un'estensione del campo recettivo somato-sensoriale).

Secondo i ricercatori, questa organizzazione permette che lo stesso neurone che scarica quando sfioriamo un avambraccio si attivi anche nel momento in cui la nostra mano si avvicina all'avambraccio, entrando in questo modo nel campo recettivo visivo. Un'altra scoperta sorprendente ed affascinante è stata nel rilevare che il campo recettivo visivo della maggior parte dei neuroni bimodali è indipendente dalla direzione dello sguardo. Questo ulteriore elemento potrebbe essere la risposta e la possibilità per gestire al meglio numerose e complicate situazioni sportive. Nel calcio per esempio sovente accade che l'attaccante "riconosca" la posizione del diretto avversario senza averlo visto o "sentito" in modo tale da eludere il suo intervento.

Per questi motivi le esercitazioni proposte devono avere alla base uno scopo preciso e specifico di gioco che integri nello stesso tempo/momento un adattamento fisico, tecnico, tattico e in particolare cognitivo. Frequentemente l'aspetto cognitivo viene allenato in contesto aspecifico con esercitazioni non allineate alla specifica disciplina e non trasferibile alla disciplina sportiva.

Per esempio nel calcio si propongono giochi con coni colorati, dove con uno sprint l'atleta raggiunge il cono del colore verbalizzato o indicato gestualmente dall'allenatore, con lo scopo di migliorare la capacità di attenzione e reazione cognitiva.

Peccato che tali metodologie ancora molto diffuse non abbiano un'attivazione cognitiva funzionale. Infatti ci si limita con tali esercitazioni ad attivare un'attenzione cognitiva scopospecifica solamente alle finalità del gioco e non trasferibili a situazioni calcistiche.

Infatti le richieste cognitive della prestazione sportiva sono:

**velocità percettiva:** capacità di percepire tramite utilizzo dei sensi le informazioni più importanti riguardo lo sviluppo di gioco .

I sensi principalmente coinvolti sono vista e udito.

**Velocità d'intervento:** capacità di agire nel minor tempo possibile secondo le condizioni specifiche di gioco con il corretto obiettivo.

**Velocità di reazione:** capacità di reagire nel minor tempo possibile alle specifiche condizioni di gioco, applicando i processi di decisione e intervento funzionali ed efficaci.

**Velocità di anticipazione:** capacità di intuire le azioni dell'avversario e del compagno di squadra nella diversa gamma di situazioni nel minor tempo possibile e con il corretto scopo.

**Velocità di decisione:** capacità di scegliere nel minor tempo possibile l'obiettivo della situazione specifica di gioco e prendere una decisione sul cosa fare, sul come farlo e sul quando intervenire.

Albert Einstein affermava: *"Siamo tutti dei geni potenziali, ma se un pesce viene giudicato da come si arrampica su di una montagna, il pesce penserà per tutta la vita di essere uno stupido."* Questo concetto è molto interessante e utile perché ci fa riflettere che nel modo animale ogni specie ha delle qualità intrinseche funzionali per il proprio habitat. Questa riflessione è applicabile anche per l'essere umano in ogni ambiente (anche quello sportivo). Ogni atleta deve utilizzare le proprie abilità cognitive, fisiche, tecniche, tattiche, empatiche relativamente al proprio ruolo. Per questo motivo, come un pesce non può essere giudicato da come scala una montagna, un'attaccante di calcio non può allenare le capacità tecniche e cognitive come un difensore, in quanto il proprio habitat (ruolo) è differente da quello del compagno di squadra. Il cervello pertanto ricopre un ruolo fondamentale nella prestazioni del giocatore, in quanto ogni istante della gara o dell'allenamento percepisce i segnali specifici della situazione, cercando di analizzare e prendere decisioni nel minor tempo possibile, risolvendo e gestendo precise situazioni.

Un atleta potrà quindi decidere di eseguire gesti tecnici specifici con obiettivi tattici e tecnici. Il cervello dunque è in grado di selezionare un enorme flusso di informazioni provenienti dall'esterno, generando così all'interno risposte scendo lo schema percezione-cognizione-azione. Tale schema con la scoperta dei neuroni specchio si è notevolmente ampliato e in parte complicato, ma grazie agli studio del professor Rizzolatti e dei suoi collaboratori è ormai noto che il modello di elaborazione è formato da una rete di aree frontali e parietali strettamente connesse con le are visive, tattili, uditive con proprietà molto complesse. Queste aree, come già precedentemente descritto, sono dotate di neuroni che si attivano in relazione non a semplici movimenti, ma in funzione di ATTI MOTORI FINALIZZATI che rispondono anche alle forme e alle dimensioni degli oggetti sia quando stiamo per agire con essi, sia quando ci limitiamo a osservarli. Il confine tra processi percettivi, cognitivi e motori diventa molto sottile e forse anche un po' tortuoso, ma si può ad oggi affermare che si è compreso che la percezione appare totalmente immersa nella dinamica dell'azione.

Un altro dato interessante è il confronto/ differenza della scarica dei neuroni specchio durante l'esecuzione o durante l'osservazione di una azione. Durante l'esecuzione, la risposta di attivazione dei neuroni specchio è significativamente maggiore rispetto a quando l'azione viene osservata. L'azione fa scaricare i neuroni specchio più forte rispetto a quando si osserva l'azione di un altro. Questo elemento è molto importante perché evidenzia che il meccanismo dei neuroni specchio è in grado di distinguere il sé dall'altro e quindi la condivisione è solo parziale, esattamente come nel processo empatico. Anche la distanza a cui avviene l'azione osservata modula l'attivazione dei neuroni specchio. Infatti l'intensità della risposta dei neuroni specchio si modifica in basa alla distanza della situazione movimento osservata. Lo studio di Caggiano et al (2009) ha dimostrato che circa metà dei neuroni specchio si attivano quando la scimmia osserva l'azione in lontananza, mentre la restante metà si attiva quando l'azione osservata dalla scimmia si svolge nel suo spazio peripersonale. Ma l'elemento più straordinario è dato dal fatto che questi neuroni non misurano la distanza





in centimetri tra la scimmia che osserva e il soggetto che esegue l'azione, ma hanno un compito molto interessante da un punto di vista dell'intelligenza sociale. Infatti, se la scimmia osserva un'azione eseguita vicino a sé ma con uno schermo di plexiglass trasparente che separa la scimmia dal soggetto osservato, i neuroni che si disattivano quando l'azione si svolge in lontananza si riattivano. Tutto ciò significa che l'interposizione di uno schermo di plexiglass rende l'azione vicina in termini di distanza, ma lontana in termini di potenzialità e possibilità di interazione, in quanto la barriera rigida trasparente preclude ogni interazione tra la scimmia e il soggetto. Se la scimmia volesse prendere del cibo dal soggetto che esegue l'azione di metter in bocca qualcosa, la scimmia non potrebbe farlo perché c'è una barriera che glielo impedisce e quindi i neuroni specchio mappano questa azione come lontana e come una azione nei confronti della quale la scimmia non può interagire.

Questo elemento è per le scienze motorie incredibilmente utile perché sappiamo ora che esistono dei "freni" che impediscono la traduzione della scarica di un neurone motorio quale è il neurone specchio in un comando motorio che attivi la via finale corticospinale che determina l'attivazione dei muscoli e ci fa muovere. Altro elemento che definirei fantastico è che gli studi sui neuroni specchio negli esseri umani tramite *brain imaging* hanno evidenziato che anche la semplice osservazione di una pantomima in assenza di oggetto evoca la risposta di rispecchiamento e una recente meta-analisi (van Overwalle 2009) ha evidenziato che il meccanismo di rispecchiamento presente nel cervello umano si attiva anche tramite azioni comunicative e movimenti a-finalistici, a dimostrazione di quanto le parole siano creative e di quanto la comunicazione non verbale sia evocativa e potente.

Altro elemento di fondamentale importanza è che il rispecchiamento non è assimilabile a un riflesso pavloviano. È un meccanismo plastico nel quale il rispecchiamento motorio di ogni essere umano è potenzialmente diverso da quello di altri, in quanto ogni essere umano ha una storia individuale e una sequenza di esperienze soggettive diverse e questo

concetto sottolinea ancora una volta un cardine della psicologia: ogni essere umano è meravigliosamente unico e irripetibile. Un prossimo traguardo stupefacente potrebbe essere quello di trovare una correlazione tra le modalità di attivazione dei meccanismi dei neuroni specchio ai profili di personalità.

Tornando ai neuroni specchio e movimento, desidero citare un esperimento effettuato su ballerini professionisti. Questo esperimento (Cross *et al*, 2006) ha coinvolto un gruppo di ballerini professionisti sottoposti a RMNF, a cui fu fatto vedere una breve coreografia che non avevano mai visto né provato. Vedendo la coreografia, il loro sistema di rispecchiamento risultava attivato. Per due settimane a seguire i ballerini impararono ad eseguire la coreografia precedentemente osservata. Al termine delle due settimane fu ripetuto l'esperimento che evidenziò che l'attivazione del meccanismo di rispecchiamento era aumentato rispetto al primo esperimento, dimostrando così la stretta relazione tra conoscenza motoria ed intensità dell'attivazione del meccanismo specchio. Uno studio realizzato dal gruppo di Marco Iacobini (Carr *et al*, 2003) mostra che sia l'osservazione, sia l'imitazione dell'espressione facciale delle cosiddette sei emozioni di base determina l'attivazione dell'area pre motoria, dell'area motoria primaria, dell'amigdala e dell'insula.

Anche in questo caso ci si trova di fronte a un sistema di rispecchiamento ed è per questo motivo che in alcune tecniche corporee come Feldenkrais, Bioenergetica, Mentistica, Eutonia ecc. si utilizza l'esercizio di interpretare le sei emozioni di base con l'espressione del viso, al fine di smuovere aspetti intrapsichici. Questa tecnica è da me utilizzata nel corso di formazione MENTAL TRAINING E POSTURA organizzato da Nonsolofitness®, durante il quale invito i corsisti a sperimentare questa esercitazione di rispecchiamento anche osservandosi allo specchio e osservando gli altri corsisti durante la loro interpretazione, al fine di stimolare percezioni che subito dopo vengono verbalizzate nel gruppo di lavoro. A oggi sappiamo quindi che il cervello umano è dotato di questo sistema di neuroni specchio localizzato nelle regioni corticali parieto-premotorie con due fondamentali funzioni: controllare l'esecuzione delle azioni e soprattutto consentirne la comprensione.

Apprendimento e comprensioni delle azioni dell'altro avvengono quindi attraverso un fantastico processo imitativo e inoltre i dati sperimentali dimostrano che i neuroni specchio sono coinvolti, oltre che nel riconoscimento dell'azione dell'altro, anche nel comprenderne il perché dell'azione, cioè dell'intenzione che l'ha motivata, in modo tale da capire il senso e le intenzioni di quello che fa un soggetto imitando e riproducendo nel proprio corpo la stessa azione. Questo processo viene definito da Gallese, Simulazione incarnata. Infine, le stesse strutture nervose che presiedono all'organizzazione dell'esecuzione motoria delle azioni svolgono un ruolo anche nella comprensione semantica delle espressioni linguistiche che le descrivono.

Le ricerche sui neuroni specchio mostrano che quando osserviamo l'espressione facciale di un altro soggetto e ne deduciamo un particolare stato emotivo/affettivo (per esempio tristezza, piacere, disgusto ecc) la sua emozione è ricostruita, esperita e quindi compresa direttamente attraverso una simulazione incarnata che produce uno stato fisico corporeo condiviso da chi sta osservando.

Questo fenomeno viene definito da Rizzolatti **risonanza visceromotoria** (2006) e da Goldman **risonanza non mediata**.

Lo studio dei neuroni specchio è utile anche a comprendere la filogenesi del linguaggio. Il punto di partenza della decodifica del linguaggio non è l'interpretazione del suono, ma il fatto che il suono emesso nella produzione linguistica mette in risonanza il sistema motorio che presiede, che controlla la produzione fonoarticolatoria. Luciano Fadiga (2002) ha pubblicato un lavoro in cui attraverso registrazioni dei muscoli della lingua, ha evidenziato la genesi del linguaggio. Questo è quanto accade: vi è un primo livello di risonanza motoria che riguarda l'aspetto fono-articolatorio e poi vi è un secondo livello di risonanza motoria che si attiene invece al contenuto semantico della frase o della parola. Quando si legge *kick* (calciare) si attiva la rappresentazione motoria del piede, quando si legge *lick* (leccare) si attiva la rappresentazione motoria della lingua. Esiste un legame tra sistema motorio e linguaggio. Ci sono molti esperimenti che evidenziano come un soggetto sia maggiormente rapido a rispondere a una



frase che denota un atteggiamento aggressivo se devo andare a premere un bottone lontano da me, così come un soggetto è maggiormente rapido a rispondere a una frase che connota un contenuto emozionale di tristezza se il movimento che deve eseguire è verso il proprio corpo. Art Glenberg (psicologo cognitivo americano) ha descritto questi effetti come *action compatibility effect*: l'azione con cui si risponde a una sollecitazione linguistica è in qualche modo legata a filo doppio al contenuto semantico e/o emozionale della frase. Questo concetto supporta ancora maggiormente la necessità di porre estrema attenzione alle parole che vengono verbalizzate nella quotidianità e nella propria professione. Alcuni studi in ambito di scienze motorie hanno evidenziato una minor presenza di errori esecutivi durante un gesto tecnico atletico da parte dell'allievo, dopo che l'allenatore ha dimostrato e fatto vedere il movimento, "solo" passando da verbalizzare: "Adesso prova a farlo" ad "Adesso fallo tu".

Anche sull'utilizzo della negazione NON sono state fatte molte supposizioni, ma ad oggi abbiamo uno studio effettuato a Milano, presso il San Raffaele, che ha dimostrato quanto segue. Quando la frase pronunciata è: "Prende il bicchiere", vi sono una simulazione ed una risonanza motoria di una certa entità,

ma quando la frase è: "Non prende il bicchiere", si continua a vedere la simulazione ma la risonanza motoria è fortemente attenuata e si pone a un livello ridotto. La ricerca sul linguaggio è ancora lunga, ma anche se è giusto sottolineare l'importanza di quanto il non verbale sia determinante ed abbia una portata superiore al verbale, dobbiamo sempre fare i conti con il linguaggio delle parole, perché senza linguaggio non c'è l'uomo.

Concludo con 6 punti fondamentali per quanto riguarda il ruolo centrale svolto dal corpo vissuto nella costituzione del modo in cui comprendiamo il mondo degli altri e quindi sulla genesi del Sé e sulla intersoggettività. Per questo obiettivo è necessario ancora una volta smetter di considerare il cervello come una entità isolata e concentrarci su tutte le connessioni tra cervello e corpo.

**Punto 1)** La nozione di base del Sé (sé corporeo) presuppone il possesso di una entità agente capace di azione. Questo senso primitivo di sé è basato principalmente su meccanismi del sistema motorio (corteccia motoria cerebrale).

**Punto 2)** Dal momento che il Sé corporeo di base si fonda dal punto di vista neuronale e psicologico sul sistema motorio, ne consegue che le caratteristiche di questo ultimo siano

determinanti per il primo. Al Sé corporeo di base possono essere attribuite caratteristiche funzionali note del sistema motorio, incluse le capacità e limitazioni.

**Punto 3)** Una delle caratteristiche rilevanti del sistema motorio è data dal meccanismo dei neuroni specchio che è attivo sia durante l'esecuzione di una azione che nella percezione del suo scopo. Questo meccanismo è alla base della comprensione del comportamento motorio altrui.

**Punto 4)** Gli aspetti motori del Sé corporeo offrono i mezzi per integrare le informazioni sensoriali multimodali relative al Sé che si

hanno sul corpo e sul mondo con cui esso interagisce.

**Punto 5)** Il Sé corporeo di base possiede una doppia funzione. Da una parte esso costituisce il senso basilare del Sé, mentre dall'altro forgia la nostra percezione e concezione pre-riflessiva degli altri come altri Sé che entrano a far parte in un corpo fisico con abilità motorie e dotati di capacità ed esperienze simili alle nostre.

**Punto 6)** Attraverso la risonanza del Sé corporeo gli altri diventano un secondo sé o seconde persone e questa è una esperienza molto viva di intersoggettività rispetto a una valutazione linguistica distaccata dalle esperienze altrui.

