

**IL CERVELLO ALLO SPECCHIO:
I NEURONI SPECCHIO (NS) TRA NEUROSCIENZE
E FILOSOFIA DELLA MENTE**

1. Una breve storia della scoperta dei NS e le sue interpretazioni fondamentali

Negli anni '80 e '90 il gruppo di ricercatori dell'Università di Parma diretto da Giacomo Rizzolatti e composto da L. Fadiga, L. Fogassi, V. Gallese e G. di Pellegrino si dedicava allo studio della corteccia pre-motoria. Avevano collocato degli elettrodi nella corteccia frontale inferiore di un macaco per studiare i neuroni pre-motori specializzati nel controllo dei movimenti della mano, come la raccolta o la manipolazione di oggetti.

Durante ogni esperimento veniva registrato il comportamento dei singoli neuroni pre-motori nel cervello della scimmia, mentre le si consentiva l'accesso a pezzi di cibo, al fine di misurare la risposta neuronale a movimenti particolari. Come molte altre scoperte importanti, quella dei neuroni specchio avvenne casualmente.

L'aneddotica (probabilmente solo in parte corrispondente al vero, come lo stesso M. Iacoboni, 2008, ammette) racconta che, mentre uno sperimentatore prese una banana (o qualcos'altro, secondo altre versioni) in un cesto di frutta preparato per degli esperimenti, alcuni neuroni della scimmia, che stava guardando la scena, avevano reagito, come veniva rilevato dal suono della scarica prodotta nel computer collegato agli elettrodi impiantati chirurgicamente nel cervello della scimmia. Come poteva accadere se la scimmia non si era mossa? Come poteva accadere se fino ad allora si pensava che questi neuroni si attivassero solo per le funzioni motorie? In un primo momento gli investigatori pensarono che fosse un difetto nelle misure o un guasto nella strumentazione, ma tutto era a posto e le reazioni si ripeterono non appena si ripeté l'azione di afferrare.

Questi primi esperimenti furono pubblicati negli anni seguenti con la tesi della scoperta dei cosiddetti "neuroni specchio" (chiamati così perché causano una reazione speculare nel sistema neurale dell'osservatore, in cui ha luogo una simulazione delle azioni osservate) che si trovano in entrambe le regioni frontali parietali inferiori del cervello del macaco.

Nel 1995, Luciano Fadiga, Leonardo Fogassi, Giovanni Pavesi e Giacomo Rizzolatti dimostrarono per la prima volta l'esistenza nell'uomo di un sistema simile a quello trovato nelle scimmie. Utilizzando la stimolazione magnetica transcranica (TMS), videro che la corteccia motoria umana è facilitata dall'osservazione delle azioni umane e dei movimenti altrui.

Da allora molte prove ottenute dalla Risonanza Magnetica funzionale (fMRI), dalla TMS, dalla elettroencefalografia (EEG) e da test comportamentali hanno confermato che sistemi simili esistono

anche nel cervello umano e sono molto sviluppati. Sono state identificate con precisione le regioni che rispondono all'azione/osservazione. Data la somiglianza genetica fra i primati (compreso l'uomo), non è sorprendente che queste regioni del cervello umano siano funzionalmente molto simili a quelle dei macachi.

Infine, all'inizio di aprile 2010, Marco Iacoboni, neuroscienziato dell'Università della California a Los Angeles, comunicò l'importante novità che il problema di dimostrare in modo diretto l'esistenza di un tale sistema di neuroni specchio nell'uomo (perché si ritiene non etico impiantare elettrodi nel cervello di persone per scopi di ricerca), era stato superato, grazie a ventuno pazienti epilettici di una certa gravità. Per individuare meglio il focolaio epilettogeno sono, infatti, previste rilevazioni elettroencefaliche attraverso l'uso di elettrodi. In tal modo alcuni elettrodi furono impiantati nel loro cervello a fini medici. Durante il ricovero, i ricercatori dissero ai pazienti di svolgere determinate azioni, come afferrare oggetti ed osservare le espressioni facciali.

Secondo la teoria dei neuroni specchio, essi si attivano sia in concomitanza di azioni come l'afferrare oggetti di uso comune sia in concomitanza dell'osservazione delle medesime azioni in altri soggetti. Tale attivazione fu direttamente registrata. Precisamente, Iacoboni riferisce in tutti gli esperimenti un'attivazione complessiva di ben 1177 neuroni specchio anche in zone dove non si ipotizzava la loro presenza.

Dal momento che queste aree della corteccia cerebrale svolgono diverse funzioni (visione, movimento, memoria), Iacoboni pensò che questa scoperta ci suggerisca l'idea che i neuroni specchio forniscano un ricco e complesso sistema di riproduzione pre-logica e interpretazione delle azioni ed emozioni altrui.

2. Letteratura sulla scoperta e le sue implicazioni

Uno dei libri più ricchi e interessanti nel riferire esperienze e le implicazioni derivanti da questa importante scoperta è Rizzolatti & Sinigaglia (2006).

L'argomento centrale attorno al quale i sette capitoli del libro sono articolati è che «il *cervello che agisce* è anche e innanzitutto *un cervello che comprende*» (Ib., p.3).

Il significato e la portata di questa affermazione si trovano nel cuore del meccanismo neurale individuati dalla neurofisiologia dell'Università di Parma diretta da G. Rizzolatti.

Come ho già raccontato nella storia di questa scoperta, in una serie di studi condotti negli ultimi due decenni, i ricercatori hanno scoperto nella corteccia pre-motoria di scimmie e successivamente anche in quello umano, con gli strumenti medici di imaging cerebrale, l'esistenza di due gruppi di neuroni, entrambi attivi durante l'attuazione delle azioni relative agli oggetti, ovvero di gesti semplici e familiari come afferrare qualcosa con la mano o portare cibo alla bocca.

La cosa sorprendente è che questi due gruppi di neuroni pre-motori vengono attivati anche in assenza di eventuali azioni di esecuzione durante compiti espliciti puramente osservativi: il primo gruppo di neuroni risponde alla visione dell'oggetto a cui l'azione potrebbe essere orientata, mentre il secondo gruppo risponde all'osservazione di un altro individuo che compie la stessa azione.

Seguendo Rizzolatti & Sinigaglia (2006), possiamo prendere l'esempio della tazzina di caffè, che in effetti fu rivelatrice in molti esperimenti: i neuroni pre-motori si attivano mentre si afferra il manico della tazzina, ma per alcuni di loro attivazione è innescata anche dalla semplice osservazione della tazzina appoggiata al tavolo, per altri anche dall'osservazione del nostro vicino che afferra la tazzina per bere il suo caffè. Quindi abbiamo in entrambi i casi neuroni bimodali, che si attivano sia per processi motori sia per processi percettivi.

La loro attività può essere descritta attraverso il meccanismo della cosiddetta “simulazione incarnata neurale”: durante l'osservazione di un oggetto si attiva uno schema motorio appropriato alle sue caratteristiche (come la dimensione e l'orientamento nello spazio) “come se” lo spettatore entrasse in interazione con essa. Allo stesso modo, durante l'osservazione di un'azione eseguita da un altro individuo, il sistema neurale dell'osservatore si attiva “come se” quest'ultimo stesse per eseguire l'azione che osserva.

I neuroni del primo gruppo vennero chiamati “neuroni canonici” perché sin dagli Anni '30 si era suggerito il coinvolgimento delle aree pre-motorie nella elaborazione delle informazioni visive riguardo un oggetto al fine di svolgere gli atti motori necessari per interagire con esso. Invece, i neuroni del secondo gruppo vennero chiamati “neuroni specchio” perché causano una reazione speculare nel sistema neurale dell'osservatore, in cui ha luogo una simulazione delle azioni osservate.

Alla luce di questo meccanismo di simulazione incarnata neurale, potrebbe essere reinterpretato il ruolo svolto dal sistema motorio entro l'intero sistema cognitivo, in quanto il primo veniva solitamente collegato solo alla progettazione ed esecuzione delle azioni. Al contrario, sembra che i neuroni bimodali trovati nella corteccia pre-motoria siano fortemente implicati in processi cognitivi di alto livello, in particolare nel riconoscimento percettivo di oggetti e azioni, e nella comprensione del loro significato.

Questo nuovo modo di vedere e di spiegare il sistema motorio, che viene in tal modo ad essere anche coinvolto nel riconoscimento percettivo di oggetti e azioni, e nella comprensione del loro significato, mina il tradizionale rigido confine di una certa “scienza cognitiva” tra i processi percettivi cognitivi e i processi motori. Infatti, tale rigido confine tra processi motori e processi cognitivi ha per anni caratterizzato l'interpretazione “cognitivista classica” dell'architettura del

cervello. Al contrario, sembra che la percezione, la comprensione e l'azione siano raggruppate in un meccanismo unitario, secondo la quale «il *cervello che agisce* è anche e innanzitutto *un cervello che comprende*» (Ib., p.3).

La “comprensione” del cervello per quanto riguarda gli oggetti è legata al loro significato funzionale o “*affordance*”. I neuroni canonici consentono una comprensione immediata delle possibili interazioni che alcuni oggetti hanno con un soggetto che percepisce (nel caso del manico di una tazzina di caffè, la possibilità di afferrarlo).

Per quanto riguarda le azioni, la loro comprensione è legata allo scopo ad esse sotteso. I neuroni specchio consentono una comprensione immediata delle intenzioni degli altri individui (ad esempio, l'intenzione di un uomo di portare la tazzina alla bocca per bere il caffè), rendendo possibile una previsione del loro comportamento futuro.

Molti esperimenti sono stati condotti su scimmie ed esseri umani per raggiungere tali teorie. Ovviamente le tecniche utilizzate per le scimmie e gli esseri umani sono molto diverse: mentre nelle scimmie è possibile effettuare una registrazione di un singolo neurone tramite inserimento intra-corticale di elettrodi, in soggetti umani vengono solitamente utilizzati metodi non invasivi di *imaging* cerebrale, come la Positron Emission Tomography (PET), o la fMRI, che ci permettono di visualizzare l'attività delle aree cerebrali ma non di singole cellule nervose. Questo è stato, sino al lavoro di Iacoboni, il limite di tali esperimenti sugli esseri umani.

In particolare, nel quarto capitolo di Rizzolatti & Sinigaglia (2006), intitolato “Agire e comprendere”, ci sono due esperimenti che sono considerati molto importanti per definire il ruolo dei neuroni specchio nella nostra comprensione della finalità alla base delle azioni. Il primo ha rivelato l'esistenza di tale meccanismo non solo in modalità motoria e visiva, ma anche in modalità uditiva. Infatti, quando la scimmia è al buio e ascolta il rumore prodotto da un'azione come rompere una noce, si attiva lo stesso neurone che “si accende” quando l'animale rompe la noce, quando vede qualcuno rompere una noce e quando sente il rumore di qualcuno che la spezza.

L'interpretazione di questo esperimento è che, qualunque sia la modalità, il neurone specchio “si accende” per codificare il concetto astratto di “rottura” che coincide con l'obiettivo, con l'intenzione dell'azione.

Il secondo esperimento ha consentito di discriminare tra un gesto di afferrare con lo scopo di portare il cibo alla bocca o di metterlo in un contenitore. Durante l'esecuzione di tale azione precisa (afferrare), i neuroni specchio “si accendevano” in modi diversi a seconda del fine ultimo dell'azione, cioè se l'intento era quello di portare il cibo alla bocca o di spostarlo nel contenitore.

Nella stessa direzione sembrano andare alcuni risultati ottenuti con gli esseri umani da un esperimento con la fMRI. È stato osservata un'attivazione particolarmente significativa del “sistema

specchio” in soggetti sperimentali durante l'osservazione di azioni che non erano “pure”, ma inserite in un certo contesto da cui si possa chiaramente dedurre l'intenzione implicita.

Tutti questi esperimenti ci permettono di affermare che il sistema dei neuroni specchio è in grado di codificare non solo l'atto, ma anche l'intenzione con cui è stato effettuato. Secondo il paradigma della “cognizione incarnata” (approvato da molti filosofi e neurobiologi, come A. Clark, A. Damasio, ecc.), le intenzioni degli altri possono essere comprese senza alcuna mediazione riflessiva concettuale o linguistica. Si tratterebbe di una comprensione pragmatica fondata unicamente sulla “conoscenza motoria” da cui dipende la nostra capacità di agire.

Un altro capitolo molto interessante del libro è il sesto, dal titolo “Imitazione e linguaggio”. In esso vengono descritte due altre importanti funzioni assegnate al “sistema specchio” concepite come capacità basilari che renderebbero il linguaggio verbale e non verbale possibili. Esse sono: 1) una “funzione imitativa”, intesa come la capacità di riprodurre gesti già appartenenti al nostro repertorio motorio; 2) la “capacità di apprendere schemi motori nuovi per imitazione”: essa è una funzione comune che risulterebbe funzionale anche a delineare un possibile scenario per l'origine del linguaggio umano. Quest'ultimo sarebbe legato all'evoluzione del “sistema specchio”, che potrebbe essere interpretato in questo senso come strumento di integrazione tra gesti e suoni per favorire una comprensione più precisa dei comportamenti sociali.

Dulcis in fundo, l'ultimo capitolo del libro, intitolato “Condividere le emozioni”, è dedicato appunto alla condivisione delle emozioni. La tesi centrale è che il riconoscimento delle emozioni degli altri sia basato su di un insieme di diversi circuiti neurali che condividono le proprietà specchio già analizzate nel caso della comprensione delle azioni.

È stato possibile studiare sperimentalmente alcune emozioni primarie come il dolore e il disgusto, e i risultati mostrano chiaramente che osservare negli altri un'espressione di dolore o disgusto attiva il medesimo substrato neurale alla base della percezione in prima persona dello stesso tipo di emozione, come se si trattasse di una sorta di imitazione motoria e percettiva involontaria.

Un'ulteriore conferma viene da studi clinici su pazienti affetti da malattie neurologiche. Una volta persa la capacità di sentire e di esprimere una determinata emozione, diventa impossibile riconoscerla, anche se espressa da altri. Come nel caso delle azioni, anche per le emozioni si può parlare di un'immediata comprensione pre-logica, che non richiede processi cognitivi del tipo dell'inferenza concettuale o associazione. Questa comprensione immediata delle emozioni degli altri sarebbe il presupposto necessario per quel comportamento empatico alla base di gran parte delle nostre relazioni inter-individuali.

Inoltre, come gli autori giustamente notano, già Darwin stesso (in *The Expression of Emotions in Man and Animals*, 1872) sottolineò il valore adattativo delle emozioni e la presenza di una spiccata empatia percettiva ed emotiva nel regno animale.

Lungi dall'essere confinate al solo funzionamento delle cellule nervose, le “proprietà specchio” pervaderebbero l'intero sistema del cervello: la stessa logica che ci permette di accoppiare esecuzione e comprensione delle azioni in un unico meccanismo neurale, ci permette anche di descrivere la condivisione emotiva e forse anche l'insorgere dello straordinario fenomeno della coscienza.

Infine, come già detto, all'inizio di aprile 2010 il Prof. Iacoboni dall'Università della California a Los Angeles, rilevò con elettrodi l'attività di ben 1177 neuroni specchio in pazienti epilettici anche in aree dove non si assumeva la loro presenza.

Dal momento che queste nuove aree della corteccia svolgono diverse funzioni (vista, movimento, memoria) Iacoboni ritenne che questa scoperta ci suggerisca chiaramente l'idea che i neuroni specchio forniscono un sistema molto ricco e complesso di riproduzione delle azioni e delle emozioni degli altri.

3. L'ampio dibattito interpretativo intorno ai NS e al “Sistema Specchio” (SS)

Intendo ora prendere in considerazione ed analizzare, almeno a grandi linee, l'ampio e complesso dibattito sulla scoperta dei NS e sul funzionamento del SS, cominciando da una selezione delle molte riflessioni recenti di neuroscienziati e filosofi famosi (tratte da interviste¹) che scrivono e discutono molto sul tale scoperta, sulla sua interpretazione e sulle sue conseguenze per le nostre teorie della mente e delle funzioni cognitive.

I neuroni specchio sono per la psicologia quello che il DNA è stato per la biologia.²

La scoperta del meccanismo di risonanza motoria dei neuroni specchio ha dimostrato che il sistema motorio, lungi dall'essere un mero controllore di muscoli e un semplice esecutore di comandi codificati altrove, è in grado di eseguire funzioni cognitive che per lungo tempo sono state erroneamente considerate prerogativa di processi psicologici e di meccanismi neurali di tipo puramente associativo ... Certamente i neuroni specchio danno fastidio a chi guarda alle neuroscienze come a un semplice metodo di monitoraggio e validazione di meccanismi mentali ritenuti validi a priori.³

¹ Ho utilizzato parti di interviste reperibili sul website www.brainfactor.it aprendo il link relativo al dibattito sui neuroni specchio.

² (Vilayanur S. Ramachandran, professore di neuroscienze e psicologia all'Università della California, San Diego, direttore del “Center for Brain and Cognition”, ed è professore aggiunto di biologia al Salk Institute).

³ (Vittorio Gallese, medico neurologo, è professore di Fisiologia all'Università di Parma. Ha fatto parte, insieme a Giacomo Rizzolatti, Leonardo Fogassi e Luciano Fadiga, ora presso l'Università di Ferrara, del gruppo di ricerca conosciuto in tutto il mondo per aver scoperto i cosiddetti “neuroni specchio”).

È importante mantenere alcune domande distinte. Quando abbiamo la simulazione? Quando abbiamo i neuroni specchio? Quando abbiamo relazioni sociali-intenzionali? Non sostengo il fatto che la concettualizzazione e l'attribuzione siano necessarie per l'esistenza o l'attivazione dei neuroni specchio (MNS), ma solo che esse (o qualcosa di simile) siano necessarie per le relazioni sociali-intenzionali. Se i neuroni MNS stessi non garantiscono tali elementi, allora, da soli, non garantiscono le relazioni sociali-intenzionali.⁴

La capacità umana di rappresentare stati psicologici (credenze, intenzioni, desideri, emozioni) e di attribuire ad altri (il cosiddetto "mindreading") va al di là del meccanismo dei neuroni specchio. Di conseguenza, anche l'idea che l'autismo derivi dalla mancanza di neuroni specchio è sbagliata.⁵

In questo momento non è stato dimostrato che i neuroni specchio svolgono un ruolo funzionale nella comprensione dell'azione. E, se anche lo facciano, come lo facciamo.⁶

Da quando i cosiddetti "neuroni specchio" (NS) sono stati scoperti sul finire degli Anni '90, come raccontato in precedenza, si è subito aperto un ampio e acceso dibattito interpretativo, coinvolgente scienziati e ricercatori di vari settori disciplinari, circa il loro effettivo ruolo esplicativo.

Al di là della intrinseca difficoltà nell'attribuzione di una stretta corrispondenza biunivoca tra la stimolazione o attivazione, mediante esperimenti, di certe aree neuronali e di precise azioni motorie o funzioni mentali, lo studio di tale nuova classe di neuroni nel cervello umano è stato a lungo reso ancor più problematico dal divieto etico di impiantare elettrodi sui singoli neuroni di un cervello umano per scopi di ricerca. Ciò è stato un limite sperimentale finché, come detto in precedenza (cap. 3.1), all'inizio di aprile 2010, Marco Iacoboni, neuroscienziato dell'Università della California a Los Angeles, comunicò di aver potuto superare tale divieto grazie a ventuno pazienti epilettici di una certa gravità, per la cui cura sono, infatti, previste rilevazioni elettroencefaliche attraverso l'uso di elettrodi *in loco*.

Tuttavia, pur di fronte a molteplici esperimenti sempre più complessi e mirati nell'individuazione delle caratteristiche salienti di tale classe di neuroni (che, come detto in precedenza, nel cap. 3.1) si attivano in modo speculare e intenzionale in risposta ad una visione, un ascolto o ad altri processi percettivi), l'interpretazione della portata del loro ruolo esplicativo nelle funzioni cognitive umane è tutt'altro che chiara ed evidente. Perciò molti (neuro)scienziati

⁴ (Alvin Goldman, Professore di Filosofia e Scienze Cognitive a Rutgers, Università dello Stato del New Jersey).

⁵ (Pierre Jacob, filosofo della mente e scienziato cognitivo, attualmente Presidente della Società Europea di Filosofia e Psicologia, e direttore dell'Istituto Jean Nicod di Parigi).

⁶ (Alfonso Caramazza, direttore del Laboratorio di Neuropsicologia Cognitiva alla Harvard University e direttore del Centro "Mind-Brain" dell'Università di Trento).

cognitivi, filosofi della mente, psicologi, ecc., nella misura in cui si sono proposti di comprendere meglio il ruolo di tali neuroni nei processi cognitivi, si sono schierati o a favore di interpretazioni deflazionistiche, che ridimensionano e circoscrivono il loro ruolo cognitivo finanche a negarlo, o, al contrario, a favore di interpretazioni che estendono notevolmente la loro influenza sulle facoltà cognitive.

Tra i principali e più radicali deflazionisti circa il ruolo cognitivo dei NS e, ancor prima, riguardo la loro reale esistenza, sicuramente si collocano Alfonso Caramazza, neuropsicologo dell'Università di Harvard e direttore del Laboratorio di scienze cognitive dell'Università di Trento, con sede a Rovereto, e Paolo Pascolo, docente di bioingegneria all'Università di Udine.

Caramazza, in uno studio pubblicato sulla rivista scientifica "Pnas", intitolato "Asymmetric fMRI adaptation reveals no evidence for mirror neurons", giugno 2009, afferma a chiare lettere che non ci sono prove dell'esistenza nell'uomo dei neuroni specchio. Per valutare se il cervello umano contenga neuroni specchio, egli afferma di aver utilizzato insieme con Angelika Lingnau, coautrice dello studio, una tecnica chiamata fMRI adaptation. Tale tecnica permette di indagare se una specifica area cerebrale è sensibile al cambiamento di una proprietà di uno stimolo (ad esempio, il colore o la forma), o se invece non risponde a un simile cambiamento (il principio è che la ripetizione di uno stimolo provoca una risposta sempre meno forte delle cellule nervose interessate). I NS dovrebbero essere sensibili a un cambiamento degli atti motori, indipendentemente dal fatto che l'atto motorio sia osservato o compiuto.

La scoperta iniziale dei NS è basata sulla registrazione dell'attività di singole cellule nel cervello delle scimmie, con cui si dimostra che esistono neuroni che rispondono sia durante l'osservazione sia durante l'esecuzione dello stesso atto motorio. Vi sono numerosi studi che mostrano come nel cervello umano esistano aree le quali rispondono sia durante l'osservazione sia durante l'esecuzione di atti motori.

Tuttavia, per i limiti delle tecniche non invasive di neuro-immagine, la maggior parte di questi studi non valuta la selettività al movimento, cioè le risposte selettive all'osservazione e all'esecuzione dello stesso atto motorio. Recenti progressi delle tecniche di neuro-immagine permettono di valutare le proprietà neuronali a una risoluzione più fine, attraverso l'adattamento selettivo a certe proprietà (ad esempio, il colore), misurando se una data area cerebrale segnala uno scarto dall'adattamento quando cambia la proprietà dello stimolo (ad esempio, mostrando uno stimolo rosso dopo l'adattamento al verde). Questa tecnica, la fMRI adaptation, può essere usata per valutare le previsioni circa gli "accoppiamenti diretti": i NS dovrebbero adattarsi alla ripetizione dello stesso atto motorio, indipendentemente dal fatto che l'atto motorio sia osservato o compiuto. Utilizzando la fMRI adaptation, Chong, Cunnington, Williams, Kanwisher e Mattingley (Current

Biology, 2008) hanno riferito di un adattamento nella zona ventrale destra inferiore del lobo parietale per azioni che venivano compiute e quindi osservate, ma non sono riusciti a trovare un adattamento per azioni che siano state prima osservate e poi compiute.

Dato che gli atti motori presi da loro in considerazione coinvolgevano “oggetti bersaglio” (una penna, un fiammifero), non è chiaro se l’adattamento relativo ad atti motori che erano prima compiuti e poi osservati fosse dovuto all’attivazione diretta dei NS o piuttosto all’adattamento a proprietà relative all’oggetto coinvolto associate con il movimento. L’unico altro studio che ha cercato un adattamento transmodale (Dinstein, Hasson, Rubin, Heeger, Journal of Neurophysiology, 2007) non è riuscito a trovarlo e, quindi, nemmeno esso, secondo Caramazza, ha dato prove dell’esistenza dei neuroni specchio.

In sintesi, gli unici due studi condotti con la fMRI i quali hanno cercato direttamente nel cervello umano aree selettive per il movimento in modo indipendente dalla modalità non hanno fornito, secondo Caramazza, prove convincenti dell’esistenza dei NS.

La scoperta dei NS nelle scimmie dimostra indubbiamente, secondo Caramazza, che esistono cellule che sono attivate da diverse modalità (ad esempio, vista, udito, azione) associate allo stesso atto motorio. Queste proprietà multi-modali possono servire a numerosi e importanti scopi, come l’integrazione sensoriale, il feedback mentre si agisce, la preparazione di atti motori, ecc., ma c’è un notevole gap tra la scoperta originaria dei NS, che manifestano una selettività rispetto agli atti motori, e il loro coinvolgimento nelle funzioni cognitive superiori dell’uomo. Non tutte le funzioni cognitive superiori possono venire ridotte a semplici relazioni come sentire il suono della rottura di una noce e associarlo con il relativo atto motorio.

Ci sono vari esempi nel mondo reale in cui lo stesso input visivo (ad esempio, uno sbadiglio) è in grado di assumere molti diversi significati (stanchezza, noia, provocazione, malessere) che possono venire colti solo grazie a ulteriori informazioni di background, informazioni che è assai improbabile siano selettivamente accessibili al sistema motorio.

Secondo Caramazza vi sono due principali modelli dell’organizzazione della mente nel cervello: 1) la prospettiva riduzionista-eliminativistica, la quale sostiene che tutta la cognizione può essere ricondotta alle rappresentazioni senso-motorie; 2) la prospettiva che sostiene che la cognizione non è riducibile alle rappresentazioni senso-motorie, ovvero che quello che sappiamo non è limitato alla osservazione delle attività motorie o alle rappresentazioni visive, ma si estende alla memoria, al ragionamento, alle associazioni psicologiche, ecc., ovvero a specifiche dinamiche mentali.

Il maggior punto di disaccordo di Caramazza rispetto alla posizione di Rizzolatti sta nell’interpretazione del ruolo dei NS. La loro esistenza sarebbe compatibile con un ruolo potenziale nella comprensione dell’azione, mentre a tutt’oggi non è stato dimostrato che i neuroni specchio

svolgano davvero un ruolo funzionale nella comprensione dell'azione. E, anche se lo svolgessero, in quale modo lo fanno.

Quindi, secondo Caramazza c'è un notevole gap tra la scoperta originaria dei NS, che manifestano una selettività rispetto agli atti motori, e il loro coinvolgimento nelle funzioni cognitive superiori dell'uomo. Non tutte le funzioni cognitive superiori possono venire ridotte a semplici relazioni come sentire il suono della rottura di una noce e associarlo con il relativo atto motorio. Ci sono vari esempi nel mondo reale in cui lo stesso input visivo (ad esempio, uno sbadiglio) è in grado di assumere molti diversi significati (stanchezza, noia, provocazione, malessere), che possono venire colti solo grazie a ulteriori informazioni di background, informazioni che è assai improbabile siano selettivamente accessibili al sistema motorio.

Tuttavia, lo studio di Caramazza e collaboratori non mina la scoperta dei NS nella scimmia. Nei loro esperimenti è stata testata una previsione derivata dall'ipotesi dell'accoppiamento diretto, secondo la quale dovrebbero esistere neuroni che si adattano selettivamente allo stesso atto motorio, indipendentemente dalla modalità. I loro dati sperimentali non sono compatibili con questa prospettiva e, quindi, gettano alcuni dubbi sull'affermazione per cui l'accoppiamento diretto fornisce la base della comprensione delle azioni nell'uomo.

Infine, secondo Caramazza, un importante passo avanti sarebbe la riconsiderazione del ruolo che i neuroni specchio svolgono nella comprensione dell'azione. Infatti, è necessario distinguere tra i dati che sono compatibili con il coinvolgimento dei NS nella comprensione dell'azione e i dati che dimostrano che i NS svolgono effettivamente un ruolo cruciale nella comprensione dell'azione.

Sulla stessa linea deflazionistica circa la portata esplicativa dei NS nell'uomo, in relazione alla comprensione motoria e alle funzioni cognitive, si colloca Paolo Pascolo, docente di bioingegneria industriale all'Università di Udine.

Le prime domande che egli dice di essersi posto a proposito di tale presunta scoperta sono le seguenti: 1) se i neuroni che “fanno il mirror (lo specchio)” di un'azione (gesto finalizzato) sono gli stessi che eseguono l'azione, cosa succede in caso di contemporaneità (competitiva)? Doppia circuiteria neuronale?

2) Come nascerebbe un'attivazione del neurone specchio nell'animale, un cavallo ad esempio, quando esegue un gesto “equipollente”, tipo l'apertura della porta della scuderia con la bocca?

Se si esaminano i famosi lavori del gruppo di neuroscienziati capeggiato da Rizzolatti nel 1996 sulla scimmia ci si rende conto che tempi “neuronal” e tempi “gestuali” sono collocati sulla stessa linea temporale, mentre si tratta di due linee temporali differenti.

Inoltre, il gesto dello sperimentatore che avrebbe attivato i NS nella scimmia non pare essere stato strumentato in senso prossimo distale, ossia non pare esservi stata una netta divisione delle fasi

di esecuzione del gesto (espressioni del volto, intenzione, inizio movimento, contatto con il cibo, presa, ecc.). Conseguentemente il dato neurale rilevato sulla scimmia ha una collocazione temporale “incerta”.

In alcuni casi l’attivazione neuronale nel cervello della scimmia risultava in ritardo rispetto a certe fasi dell’esecuzione di alcuni gesti, in altri in anticipo. Si può ritenere che la scimmia non copiasse il gesto, ma, a modo suo, “scimmiescamente”, pensasse più o meno così: “so quello che fai, se fossi al tuo posto farei così, so già quello che farai, ecc.”

Capita spesso di anticipare con il pensiero il “gesto” che si vorrebbe che l’osservato facesse: un ipotetico genitore che osserva un figlio nell’atto di apprendere, spesso anticipa con lo sguardo o con il pensiero l’azione che desidera venga compiuta. In conclusione, sarebbe perciò opportuno, secondo Pascolo, rileggere i fondamentali lavori dei neuroscienziati parmensi, quelli dell’ ’88, del ’92 e del ’96, non dando nulla per scontato.

In tutta la letteratura sui neuroni specchio, secondo Pascolo, si è dato troppo per scontato che essi siano stati certamente “visti” nel cervello della scimmia. Gli esperimenti eseguiti sulle scimmie hanno “certificato” l’esistenza dei neuroni specchio e, quindi, i vari autori si sono concentrati sugli esperimenti che hanno a che fare con l’uomo. Vale a dire che si è dato per certo che quegli esperimenti per la loro stessa complessità fossero “consistenti”, cosicché, certi dell’interpretazione dei loro risultati, si è passati agli esperimenti sull’uomo.

Gli esperimenti sull’uomo, almeno sino all’esperimento “cruciale” di Iacoboni nell’aprile 2010 all’Università della California a Los Angeles, su ventuno pazienti epilettici gravi (si veda il cap. 3.1), sono stati per loro natura non invasivi e quindi “indiretti”: essi hanno avuto al massimo un carattere indiziario. Molti autori (Castiello, per esempio) hanno messo in dubbio l’efficacia dell’fMRI per dimostrare l’esistenza o meno dei neuroni specchio nell’uomo. Sia che si critichi sia che si accetti il paradigma dei NS con misure indirette, si è sempre al punto di partenza perché qualsiasi interpretazione risulta non adeguatamente avvalorabile.

Secondo Pascolo le “manovre anticipatorie”, basate sull’esperienza, ben spiegano le caratteristiche di molti comportamenti che vengono, invece, ascritte in via necessaria a un presunto “Sistema Specchio” (SS). Quando, per esempio, ho intenzione di afferrare un oggetto tendendo le mani in avanti, eseguirò, anticipando, in virtù della mia esperienza, un arretramento del bacino. Compenserò gli effetti inerziali indotti dal gesto in avanti e preparerò il “sistema” corpo, in equilibrio, ad accogliere il carico. In pratica, esamino l’ipotetico carico che dovrò gestire e con “esperienza” attuerò le strategie necessarie (Pascolo et al., *Chaos, J. of Biomechanics*). Si può

provare anche con l'Inno di Mameli: se si conoscono le parole si può cantare in coro, anticipare, ritardare, contrappuntare, ecc., mentre se non si conoscono le parole si farfuglia malamente e inevitabilmente in ritardo.

Servendomi delle stesse parole di Pascolo, “se una persona per comprendere un'azione deve mettere in moto dei neuroni, a posteriori, arriverà sempre in ritardo, magari di qualche millesimo di secondo, ma pur sempre in ritardo”.

Per avallare ulteriormente la sua teoria dell'anticipazione, come alternativa all' “*explanandum*” del SS, Pascolo fornisce un altro esempio significativo. L'esempio portato dal professore friulano risale alla notte del 17 aprile 1967, quando Nino Benvenuti, pugile triestino, strappava al Madison Square Garden di New York la cintura di campione mondiale dei pesi medi a Emile Griffith, scansando un "sinistro" micidiale con un tempo di reazione di soli 16 centesimi di secondo. Benvenuti avrebbe intuito l'intenzione dell'avversario “prima che Griffith caricasse il braccio e il pugno”, probabilmente dall'osservazione della posizione dei piedi e del caricamento del peso del pugile americano; dunque, sempre seguendo le parole di Pascolo, “non si tratta di specchiare un bel niente, ma piuttosto di fare tesoro dell'esperienza”. Infine, seguendo un ultimo esempio, i soli 15 centesimi di secondo che separano il colpo di pistola (start) dallo scatto di un velocista sarebbero dovuti “non a un sistema a specchio, ma a una normale reazione in due tempi: percezione e reazione”.

Secondo Pascolo, in conclusione, le debolezze della teoria dei neuroni specchio starebbero anche nel fatto che dei circa 400 studi pubblicati sull'argomento “una parte non trascurabile è ascrivibile agli stessi sostenitori della teoria dei neuroni specchio”; inoltre “le procedure di misurazione, eseguite oltretutto su delle scimmie, sono inadeguate”: i sostenitori della teoria dei neuroni specchio nutrirebbero “un'eccessiva fiducia nel dato misurato”, ma “da una misura non è sviluppabile una teoria”. Infine, “se fosse vera la teoria dei neuroni, al momento in cui una serie di queste cellule morisse o non funzionasse dovremmo perdere memoria di un pacchetto di esperienze, cosa che invece non accade”. Infine, Pascolo glissa dicendo: “Temo che l'errore stia alla radice: i neuroni specchio in quanto tali non esistono”.

In una posizione sempre deflazionistica circa il SS, ma meno radicale di quella sostenuta da Caramazza e Pascolo, si colloca la teoria di Pierre Jacob, filosofo della mente e scienziato cognitivo, presidente della Società europea di filosofia e psicologia, e direttore dell'Istituto Jean Nicod di Parigi, importante centro di ricerca sulla mente e il cervello.

Secondo Jacob (intervista di A.Lavazza su brainfactor.it dell' 8 giugno 2009) il dibattito aperto da Caramazza sulla rivista scientifica americana Pnas, circa il significato dei NS, è interessante e meritevole di approfondimenti. La ricerca di Caramazza e colleghi fa parte di un crescente numero di studi che mettono in discussione il significato della scoperta dei NS per la cognizione sociale umana. Per il filosofo francese ci sono fondamentalmente due tipi di ricerche sui NS: quelle che accettano l'esistenza dei neuroni specchio sia nei primati non umani sia negli uomini, ma che contestano l'importanza dei NS; e quelle che, basate sulle tecniche di neuroimmagine, accettano l'esistenza dei NS nelle scimmie, non però nell'uomo.

Jacob osserva che i neuroscienziati cognitivi (principalmente quelli dell'università di Parma guidati da Rizzolatti), che hanno scoperto l'esistenza dei NS nella corteccia ventrale premotoria dei macachi, hanno riferito di prove dell'esistenza di un SS nell'uomo grazie al neuroimaging (non dei NS), perché nell'uomo non si può condurre la registrazione delle singole cellule). Ma quello che chiamiamo "SS" comprende un'area importante (il solco temporale superiore) che sappiamo non contenere NS. In secondo luogo, lo studio di Caramazza rientra in un certo numero di ricerche che negano l'esistenza nel cervello umano di aree con proprietà "specchio". Caramazza, in particolare, ipotizza che l'esecuzione non sia necessaria per la comprensione di un atto motorio compiuto da un'altra persona. Ciò non è coerente con il cosiddetto "modello dell'accoppiamento diretto" della comprensione dell'azione, ciò che secondo Rizzolatti farebbero i NS.

Ma, Al di là dello studio di Caramazza che metterebbe in discussione l'esistenza dei NS in quanto tali o ne ridurrebbe drasticamente il ruolo "cognitivo", lo stesso Jacob nega che i NS svolgano un ruolo cognitivo per una serie di motivi che spiego di seguito, servendomi degli argomenti del filosofo francese. Se i NS scaricano in una scimmia o in un uomo che guarda un suo cospecifico afferrare un oggetto, ciò che l'attività dei NS genera nell'osservatore è una ripetizione mentale dell'atto di chi agisce.

Ma c'è un gap tra la ripetizione mentale dell'atto di afferrare una tazza vedendo qualcuno che l'afferra e la capacità di sapere se, afferrando la tazza, l'agente intenda bere dalla tazza, dare la tazza a qualcuno, porla sulla tavola o buttarla dalla finestra. Ripetere o simulare mentalmente l'atto motorio di un agente chiaramente non è sufficiente per comprendere l'intenzione, come, per esempio, il porgere la tazza al proprio amato.

Non è certo che sia nemmeno necessario. In particolare, si parla di una ripetizione o simulazione dei NS negli "atti transitivi" (afferrare, schiacciare, ecc.), ma nessuno direbbe che, vedendo compiere l'atto di afferrare, noi proviamo empatia nei confronti dell'agente. L'empatia è rilevante

solo per comprendere e rispondere a stati affettivi interni degli altri (dolore, emozione), non ad atti motori. Ovviamente, gli stati interni affettivi possono essere manifestati con il comportamento, ma non sono propriamente atti e quindi non si riesce bene a intendere quale sia la relazione tra l'attivazione dei NS per atti motori e la loro presunta implicazione anche per stati interni affettivi, attraverso il meccanismo psicologico dell'empatia.

Secondo Jacob, la capacità umana di rappresentarsi gli stati psicologici (credenze, intenzioni, desideri, emozioni) e di ascriverli ad altri (il cosiddetto "mindreading") va al di là del meccanismo dei NS. Di conseguenza, l'idea che l'autismo nasca da un deficit dei NS è sbagliata. E' possibile che gli autistici abbiano un deficit dei NS (se esistono nell'uomo), ma, anche se fosse così, è certamente possibile che il deficit dei NS degli autistici derivi da un deficit nella capacità di mindreading, e non viceversa. Forse bisogna rappresentare e comprendere l'intenzione di un agente perché i NS diventino attivi. In tal caso, non sarebbe l'attività dei NS a generare la comprensione dell'intenzione di un agente, ma, viceversa, la comprensione dell'intenzione ad attivare di conseguenza i NS. Ovvero, la catena causale andrebbe nella direzione opposta a quella supposta dal team di Rizzolatti: prima si comprende l'intenzione dell'agente, poi i NS mimano interiormente (o riproducono mentalmente) l'atto osservato.

Il "portabandiera" principale del ruolo "cognitivo" dei NS ed anche il principale divulgatore della scoperta dei NS in Italia e altrove è certamente Vittorio Gallese. Medico neurologo e Professore Ordinario di Fisiologia Umana all'Università di Parma, Gallese fece parte con Giacomo Rizzolatti, Leonardo Fogassi Luciano Fadiga del gruppo di ricerca che scoprì i NS.

Secondo Gallese (intervista di M. Mozzoni su brainfactor.it il 29 maggio 2009) certamente i neuroni specchio danno fastidio a chi guarda alle neuroscienze come a un mero metodo di localizzazione e validazione di meccanismi mentali e/o psicologici ritenuti validi a priori. Quando le neuroscienze producono risultati che mettono in discussione o addirittura confutano questi modelli, la prima reazione è quella di negare l'esistenza di tali risultati.

L'atteggiamento del Prof. Caramazza, secondo Gallese, al di là dei limiti intrinseci del suo recente lavoro pubblicato sulla rivista americana "Pnas" e da lui sbandierato come prova della supposta inesistenza dei NS nell'uomo, ne costituisce un chiaro esempio. Nel corso degli ultimi 10-15 anni, a partire dalla scoperta dei NS nel cervello del macaco, numerose ricerche hanno profondamente modificato sia il modo tradizionale di concepire la relazione tra percezione e azione, sia il ruolo che percezione e azione hanno nella costruzione della cognizione sociale.

La scoperta del meccanismo di risonanza motoria dei NS, secondo il neurologo parmense, ha dimostrato che il sistema motorio, lungi dall'essere un mero controllore di muscoli e un semplice esecutore di comandi codificati altrove, è in grado di assolvere a funzioni cognitive che per lungo tempo sono state erroneamente ritenute appannaggio di processi psicologici e meccanismi neurali di tipo puramente associativo. La percezione dell'agire altrui, cioè il riconoscimento che quelli che osserviamo non sono puri movimenti fisici, ma atti motori finalizzati caratterizzati da uno specifico contenuto intenzionale, risulta essere una modalità dell'azione, dal momento che essa si radica nella stessa conoscenza motoria che è alla base della capacità di agire di ognuno di noi. Questo concetto è incredibilmente difficile da accettare da parte delle scienze cognitive classiche, secondo le quali il sistema motorio, per definizione, non può avere attributi di tipo cognitivo.

Il meccanismo incarnato dai NS ci restituisce, invece, secondo Gallese, un'immagine molto più ricca dei processi che sottendono le interazioni sociali, a cominciare da quelle filogeneticamente ed ontogeneticamente basilari. La comprensione delle azioni e delle intenzioni motorie altrui resa possibile dal meccanismo "specchio" mette in discussione l'astratto mentalismo o "mentalese" di non pochi modelli di psicologia cognitiva, primi tra tutti i tanto celebrati moduli di impronta cognitivista classica della "Teoria della Mente" sulla falsa riga della famosa e influente visione di J. Fodor.

Il dibattito sulla capacità di comprendere gli altri, concepita unicamente in termini di lettura della mente altrui, è stato per anni sviato dall'assunzione che una volta chiarito che cosa serva alla mente per dar ragione del comportamento altrui (gli atteggiamenti proposizionali) e come attribuiamo agli altri tali atteggiamenti proposizionali, quali credenze e desideri (che si supporrebbero essere alla base delle loro azioni), non rimanga che trovare dove dimori nel cervello tutta questa "psicologia".

Così facendo, però, si è finito per dare a una presunta spiegazione psicologica assumendola come vera a priori. Analogamente si è fornita una altrettanto presunta base neurale, lasciando, tuttavia, inspiegati tanto gli effettivi processi psicologici quanto i reali meccanismi neurali che sottendono la cognizione sociale.

Per anni ci hanno raccontato che quando siamo chiamati a comprendere il comportamento altrui attiviamo aree specifiche del cervello come la corteccia cingolata anteriore (ACC) e la giunzione temporo-parietale (TPJ), le quali costituirebbero la sede nel cervello di un supposto modulo della Teoria della Mente. Tutto ciò è falso.

E' stato, infatti, dimostrato che tali aree si attivano anche per compiti del tutto scorrelati dalla "mindreading", la "lettura della mente" altrui, come l'attenzione, o addirittura l'eccitazione sessuale. Questa teoria modulare della mente è una sorta di frenologia del ventunesimo secolo! Secondo Gallese, ad incarnare questa frenologia "high-tech" sono più gli psicologi cognitivi (che, mediamente, di come è fatto il cervello e come funziona sanno poco o nulla) che i neuroscienziati, i quali, almeno, si pongono il problema di capire quale sia il meccanismo neurofisiologico che determina l'attivazione di un dato circuito corticale durante un dato compito.

La verità è che nessuno ha la più pallida idea del perché certe aree corticali come la "ACC" e la "TPJ" si attivino sistematicamente anche durante compiti di mentalizzazione perché a tutt'oggi non conosciamo il meccanismo neurofisiologico che ne determina l'attivazione.

L'oggetto principale del dibattito sui NS è, secondo Gallese, in primis la loro esistenza nel cervello dell'uomo. Caramazza, sulla base dei risultati del suo lavoro pubblicato su Pnas, sostiene di potere provare che essi non esistono, ma come questo sia conciliabile con le sue affermazioni non è, a parere di Gallese, assolutamente chiaro. O i NS nell'uomo non esistono, e quindi non ha senso chiedersi se possano spiegare alcunché; oppure esistono, ma non spiegano ciò che pretendono di spiegare. Affermare, come fa il Prof. Caramazza "che non esistono e che non spiegano" è privo di senso logico, un *non sequitur*.

Invece, la posizione di Gallese è, a suo dire, chiara e netta: la prova definitiva dell'esistenza di NS nell'uomo potrà venire solo ed esclusivamente dalla loro registrazione diretta (che avvenne dopo meno di un anno da quando Gallese rilasciò questa intervista, come detto in precedenza, nell'aprile 2010), ottenibile con metodiche invasive e per questo di difficile ma non impossibile realizzazione. Credo sia solo questione di tempo. Fino a quel momento, speculare sulla loro esistenza è legittimo. Le evidenze scientifiche indirette circa la loro esistenza nell'uomo sono attestate da un impressionante numero di lavori scientifici internazionali ottenuti con tecniche d'indagine le più diverse, quali PET, fMRI, TMS, EEG e MEG.

Il lavoro di Caramazza e colleghi non intacca assolutamente queste evidenze sperimentali. La presenza nel cervello umano di un meccanismo riconducibile ai NS rappresenta la spiegazione unificante più parsimoniosa di una serie di diversi dati comportamentali e clinici. Inoltre, i NS esistono incontrovertibilmente negli uccelli e nelle scimmie. E' pertanto altamente improbabile che un meccanismo rivelatosi adattativo, tanto da essere stato conservato nel corso dell'evoluzione in specie evolutivamente così lontane, venga poi ad essere cancellato proprio nella nostra specie.

Gallese è particolarmente critico nei confronti della posizione assunta da Caramazza, il quale ha anche sostenuto che l'ipotizzato collegamento tra un deficit o un malfunzionamento dei NS e l'eziopatogenesi dell'autismo infantile "è sbagliato e ingiusto, perché alimenta le speranze delle famiglie che hanno figli malati". Gallese controbatte dicendo che questa affermazione è del tutto ingiusta, intollerabile e indegna.

A suo parere, chi abbia letto i lavori scientifici portati avanti dal team parmense e chi abbia assistito alle comunicazioni a convegni scientifici in Italia o all'estero di membri del gruppo degli scopritori sa con quale prudenza e cautela sia stato affrontato e si continui ad affrontare questo argomento. Secondo Gallese questa disputa alimentata da Caramazza è grave non perché mette in discussione una presunta scoperta, come accade solitamente in una sana comunità scientifica, ma perché tale sorta di "tempesta in un bicchiere d'acqua" rischia di non giovare alla credibilità scientifica di un nuovo centro di neuroscienze cognitive su cui si sono investiti ingenti somme di denaro, nonché grandi e giustificate aspettative di sviluppo, peraltro in un Paese, l'Italia, dove raramente si investe nella ricerca, men che meno nell'attuale momento di crisi economica.

Secondo il neurologo parmense di vasti interessi filosofici parlare delle cose che si conoscono e tacere di ciò che non si sa con certezza rimane un precetto wittgensteiniano sempre valido e attuale. La presente vicenda lo dimostra. Tuttavia si dovrebbe chiarire che cosa si intende per "fare il proprio mestiere". Indagare le basi neurofisiologiche della cognizione sociale è per le neuroscienze cognitive precisamente "fare il proprio mestiere". Ma il tema dell'intersoggettività, secondo Gallese, non può essere affrontato e risolto in modo univoco né dalla sola filosofia né dalle neuroscienze o dalla psicologia, ma richieda invece un approccio multidisciplinare.

Perciò, egli da alcuni anni si sta impegnando per creare tra queste discipline occasioni di dialogo, volto soprattutto a sviluppare per quanto possibile un linguaggio comune, credendo che questo dialogo non solo continuerà, ma si svilupperà ulteriormente. Non ci servono accademici affacciati in modo compiaciuto ed appagato alle finestre dei propri angusti settori scientifico-disciplinari, ma ricercatori curiosi di esplorare nuovi territori, collaborando strettamente tra loro e traendo ispirazione anche da discipline che hanno sistemi concettuali e linguistici differenti sul medesimo campo d'indagine.

Oggi, secondo Gallese, vi è una crescente e generalizzata attenzione nei confronti delle neuroscienze cognitive e l'interesse per i NS ne costituisce solo un caso particolare. Il grande pubblico, grazie anche alla divulgazione operata da mezzi di comunicazione, si sta rendendo conto

di quanto sia importante il ruolo delle neuroscienze cognitive nel farci scoprire chi siamo e come funzioniamo.

Ciò detto, sicuramente i NS attirano l'attenzione di un pubblico fatto di non specialisti anche perché dimostrano come una delle principali modalità con cui ci mettiamo in contatto con gli altri e ne comprendiamo l'agire sia quella empatica, qualcosa che sentiamo vicino e che comprendiamo più e meglio delle inferenze logiche e delle sofisticate operazioni meta-rappresentazionali, le quali, secondo una lunga tradizione di pensiero in psicologia, sole spiegherebbero in che cosa consista l'intersoggettività. Dopo la scoperta dei NS si è cominciato a indagare neuroscientificamente l'intersoggettività e le sue alterazioni patologiche comprendendo che anche questa prospettiva intersoggettiva è legata alla corporeità. Ciò ha anche contribuito in modo importante, secondo Gallese, a riattualizzare e rivitalizzare tradizioni filosofiche quali la fenomenologia che negli ultimi 50 anni erano state ingiustamente emarginate.

Ma vi è un “limite di applicabilità” della teoria dei NS ai comportamenti cognitivi e sociali umani? Secondo Gallese, certamente vi è un limite di applicabilità di tale teoria ai comportamenti cognitivi e sociali umani. Gallese sottolinea di non aver mai sostenuto che i NS spieghino tutto quello che c'è da spiegare circa la cognizione sociale. I NS consentono, a suo parere, di comprendere aspetti di base dell'intersoggettività, sia da un punto di vista filogenetico sia ontogenetico. La comprensione di questi aspetti di base dell'intersoggettività può avere importanti ricadute anche sulla comprensione dei meccanismi alla base delle forme più sofisticate di cognizione sociale. E' un problema empirico capire fino a che punto ci si possa spingere utilizzando il meccanismo dei NS come chiave di lettura della cognizione sociale. Fortunatamente questo non è un argomento di fede, ma qualcosa di verificabile in modo empirico.

Un altro obiettivo polemico di Gallese è la posizione assunta da un recente volume di Paolo Legrenzi e Carlo Umiltà, *Neuro-mania* (Il Mulino, Bologna 2009) il quale riporta sin dalla copertina un'affermazione quantomeno singolare per l'Autore di uno dei primi manuali italiani di neuroscienze: “il cervello non spiega chi siamo”. Gallese non condivide questa affermazione come non condivide l'opportunità di una simile operazione culturale oggi nel nostro Paese.

Dopo anni di geremiadi contro la scienza e la tecnica, dopo la deleteria predicazione favorente una rigida separazione tra le due culture, quella scientifica e quella umanistica, l'operazione di Legrenzi e Umiltà rischia di mandare ancora più indietro il nostro Paese, secondo il neurologo parmense, dal punto di vista della cultura scientifica. Certamente le accoglienze più favorevoli il libro di Legrenzi e Umiltà sono state ricevute in ambiti extra-scientifici, come una recensione

entusiasta pubblicata in prima pagina sull' "Osservatore Romano". E' certamente condivisibile il loro allarme circa un uso disinvolto delle tecniche di "brain imaging", mentre non è condivisibile il bersaglio contro cui Legrenzi ed Umiltà dirigono i propri strali, cioè le neuroscienze cognitive.

La polemica aperta da Caramazza, secondo Gallese, dimostra proprio il contrario. E' proprio quando queste tecnologie e complicate metodiche sperimentali vengono utilizzate dagli psicologi (che spesso il cervello lo conoscono poco e male) che si corrono rischi maggiori di dire cose imprecise o addirittura false. La spiegazione neuroscientifica di un tratto comportamentale o cognitivo non si riduce alla semplice localizzazione, ma è tale solo nella misura in cui individua i meccanismi neurofisiologici che rendono possibile l'attivazione di un dato circuito cerebrale durante l'esecuzione di un compito specifico. Questo è il contributo specifico che viene dalle neuroscienze cognitive. Se manca questo, si rischia di parlare a vanvera.

La cosiddetta "simulazione incarnata" è certamente, secondo Gallese, una delle più importanti evidenze a supporto dell'esistenza e del modo di operare del SS. Essa consiste nel fatto che quando osserviamo qualcuno mentre svolge un'azione, oltre all'attivazione delle nostre aree visive della corteccia simultaneamente si attivano i nostri circuiti motori corticali, volti a eseguire le medesime azioni, in un "gioco" di "simulazione incarnata" (Gallese, 2003).

Il fenomeno della simulazione incarnata non accade solo per le azioni, ma anche per le esperienze emotive. Secondo Gallese, stati mentali, sensazioni ed emozioni sono condivisi in uno spazio "noi-centrico" che mette in relazione il proprio "sé" con gli altri "sé", l'osservatore e chi viene osservato, in una dimensione globale che egli chiama "sistema multiplo di intersoggettività condivisa" (Gallese, 2003).

A sostegno di Gallese si schiera anche Piergiorgio Strata, direttore dell'Istituto europeo di ricerca sul cervello (EBRI) di Roma, il quale sostiene che la tecnica usata da Caramazza (fMRI adaptation) nel suo studio, che pretenderebbe di confutare l'esistenza dei NS, può dare dei falsi risultati. Quindi, fin quando non sia dimostrata scientificamente valida, le riviste scientifiche dovrebbero astenersi dal pubblicare lavori in cui viene utilizzata. C'è un largo consenso da parte della comunità scientifica sul fatto che può generare falsi risultati. Perciò, Strata sostiene che servirebbe maggiore cautela nel dire che questo studio di Caramazza, da solo, smentisca l'esistenza delle cellule specchio, per di più dimostrata in tantissimi lavori di gruppi di ricerca affermati in tutto il mondo. Ultimo aggiornamento (**Sabato 30 Maggio 2009**).

Sulla linea di Gallese, in difesa della “simulazione incarnata” operata dal SNS, si muove lo studio di Sabine Blaes e Margaret Wilson pubblicato su *Brain and Cognition* (Blaesi S, Wilson M, The mirror reflects both ways: Action influences perception of others, Brain and Cognition, 2009). Tale studio dimostrerebbe che anche le azioni dell’osservatore possono influenzare la percezione che questo ha degli altri.

Come sostengono alcuni ricercatori, la percezione di azioni e posture di un altro corpo umano innescherebbe nelle aree premotorie dell'osservatore rappresentazioni delle stesse posture e azioni, attraverso il sistema dei cd. "neuroni specchio". Inoltre l'attivazione motoria quale risultato dell'osservazione di azioni altrui implicherebbe l'esistenza di un "codice comune" in grado di rappresentare sia il corpo proprio che quello degli altri.

E' dunque altamente plausibile, secondo la tesi di Blaes e Wilson, ricercatori all'Università della California di Santa Cruz, che questa influenza possa procedere anche nell'altro senso di marcia, cioè che le informazioni sul proprio corpo possano influenzare le rappresentazioni percettive del corpo degli altri: tale plausibilità ha un fondamento sia neurologico, in quanto sistemi neurali connessi hanno alta probabilità di comunicare in entrambe le direzioni, sia in termini di adattamento funzionale, dato che la rappresentazione del proprio corpo può essere utilmente impiegata quale modello interno di predizione e costruzione della percezione di come si muoverà un altro corpo".

I risultati dello studio di Blaes e Wilson confermerebbero tali ipotesi e potrebbero avere significative ripercussioni sulla teoria dei NS, attribuendo a questo sistema un nuovo compito: quello di *fornire un supporto top-down alla percezione visiva, che, allo stesso modo degli altri processi top-down, agevolerebbe la percezione, rendendola più veloce, più fluida e in alcuni casi più accurata, consentendo risposte rapide e appropriate a cambiamenti repentini dell'ambiente.*

Sono sempre di più gli studi che enfatizzano il ruolo del SNS umano nei processi sociali ed emotivi, ipotizzando *un flusso di causalità dalla percezione all'attivazione motoria e all'imitazione, sino alle rappresentazioni di alto livello che sosterebbero l'empatia, la teoria della mente, l'apprendimento sociale.* Secondo le californiane, in breve, il SNS potrebbe essere un "sistema multifunzione". (Sabato 10 Aprile 2010)

Uno dei filosofi che più ha accolto la scoperta dei NS e il loro funzionamento entro un SS, approfondendone le implicazioni filosofiche, sulla scia dello stesso Gallese (che individuò da subito un legame tra tale scoperta e la fenomenologia della percezione di Maurice Merleau-Ponty), è certamente Laura Boella.

Laura Boella è professore ordinario di Filosofia morale presso il Dipartimento di Filosofia dell'Università Statale di Milano e si è dedicata particolarmente allo studio del pensiero femminile del '900, proponendosi come una delle maggiori studiose di Hannah Arendt, Simone Weil, Maria Zambrano ed Edith Stein. In questo ambito di riflessione, ha sviluppato, in particolare, il tema delle relazioni intersoggettive e dei sentimenti di simpatia, empatia, compassione, legando in modo significativo il pensiero morale alle recenti scoperte nelle neuroscienze, soprattutto dei NS.

Secondo Boella, (01 Giugno 2009) la scoperta dei NS ha sicuramente avuto il grande merito di aver contribuito in modo significativo all'attuale successo anche popolare delle neuroscienze in tutto il mondo. Inoltre, tale scoperta si è mostrata come particolarmente in sintonia con il senso comune, essendo dotata di una speciale evidenza e semplicità.

Come tale, ha preso facilmente il volo, prestandosi a interpretazioni che vanno molto oltre il contesto specifico della ricerca sperimentale. Significativo è che quella scoperta abbia destato l'interesse dei filosofi. Essa tocca un punto centrale del pensiero contemporaneo, la convinzione che il legame intersoggettivo, il riconoscimento dell'altro, siano essenziali per l'individuo e per la società. Si è verificata, pertanto, una convergenza interessante con una linea di ricerca filosofica, sviluppata, in particolare, nell'ambito della fenomenologia francese da Maurice Merleau-Ponty, sulla percezione. Essa viene considerata non semplicemente come un assemblaggio di dati sensibili (visivi, uditivi o altro), ma come un vero e proprio dialogo con il mondo esterno (cose e persone), in cui il corpo è protagonista. Attraverso la percezione e il movimento del corpo, esprimeremo intenzioni e preferenze, e insieme conosceremo il mondo, esplorandolo. In Francia, peraltro, sono attivi ricercatori e filosofi (in particolare, Jean Luc Petit) che, aggiornando i riferimenti scientifici di Merleau-Ponty, lavorano sul nesso tra percezione e azione, servendosi a piene mani dei dati sperimentali provenienti dai NS .

Il punto d'incontro tra NS e filosofia riguarda, quindi, secondo Boella, innanzitutto il loro carattere visuo-motorio e il loro ruolo nella percezione di azioni finalizzate. Recentemente, il meccanismo non cognitivistico di associazione tra attore e spettatore ("so quel che fai"), peculiare del SS, è stato ricondotto alla "teoria motoria della conoscenza" in auge tra gli psicologi agli inizi del '900. Di certo gli esperimenti sul nesso tra SS ed emozioni (e.g., il disgusto) hanno spostato il quadro di riferimento.

Infine, i NS sono diventati una specie di citazione obbligata per ogni filosofo che si occupi di empatia. La "riscoperta dell'empatia" (Stueber, 2006; Goldman, 2006) si deve all'interpretazione del SS come "empatia allargata". In essi si è vista, infatti, la base neurobiologica di una

costellazione di vissuti, dalla simpatia alla comprensione dell'altro, alla cura, che spesso vengono assimilati frettolosamente sotto il termine "ombrello" di empatia.

La riflessione filosofica sull'empatia, secondo Boella, raggiunge il suo massimo approfondimento nel contesto della prima fase del movimento fenomenologico, cioè tra il 1910 e la prima metà degli anni '20, per opera di Husserl, Scheler e Stein. Decisivo è il fatto che l'empatia non venga più assimilata ai "sentimenti morali" (pietà, compassione, simpatia), ma venga considerata come un'esperienza autonoma: prima di condividere il dolore di un altro, devo riconoscerlo come altro, dotato, come me, di sentimenti, pensieri, volizioni, ma distinto da me.

Dunque, prima viene quella che viene definita dai fenomenologi attuali "la scoperta dell'altro", l'attestazione della sua esistenza, il suo essere parte del mondo in cui vivo. Solo su questa base, ha senso parlare di passaggio di sentimenti tra il sé e l'altro, di condivisione, di solidarietà. Questa premessa fu fondamentale in fenomenologia, ma segnò anche le sorti del pensiero filosofico sull'empatia. Se guardiamo alla filosofia contemporanea, secondo Boella, osserviamo, infatti, un sentiero interrotto o incompiuto. La ragione sta nel fatto che i fenomenologi separarono l'esperienza empatica dalla sua origine corporea o, meglio (riferendosi soprattutto all'ultimo Husserl, ad Heidegger e a tutti i loro allievi), diressero la loro attenzione al "mondo della vita", ossia all'orizzonte naturale, sociale, linguistico, culturale in cui da sempre siamo inconsapevolmente in relazione con gli altri, perdendo così interesse per la radice biologico-organica dell'empatia.

Boella ritiene, invece, che senza un'originaria associazione corporea, senza un meccanismo di tipo organico che permetta di "accoppiare" ciò che sento e so in prima persona a ciò che vedo e sento nell'altro, non potrebbe nascere nessun desiderio o curiosità di esplorare il mondo dell'altro. Il SNS è un meccanismo neurobiologico di rispecchiamento o di risonanza tra aree, corrispondente all'originario diretto legame intercorporeo tra esseri che fanno parte di un mondo comune. È noto che si tratta di un ambito ancora tutto da esplorare a livello neurobiologico. Damasio chiama "dietro lo specchio" questa complessa architettura neuronale in cui memoria e immaginazione lavorano per allestire la scena della relazione e della comprensione dell'altro.

Numerosi studi sull'empatia del dolore (cfr. Singer, 2004) hanno chiamato in causa altre aree, oltre a quelle dei NS, e, in particolare, hanno mostrato come il rispecchiamento possa non essere totale e presupponga una modulazione delle emozioni e un ruolo del sistema di autoregolazione corporea fondamentale per il senso di sé (cfr. Craig, 2008). Secondo Boella, si possono in ogni caso ricollegare a questo primo momento, automatico e involontario, dell'empatia fenomeni sia individuali, sia istintivo-naturali, sia storico-collettivi: il contagio emotivo, la simbiosi madre-

neonato, nonché fenomeni anche contemporanei come il “fare corpo” di un gruppo-branco, di una massa. Siamo però solo agli inizi dell’esperienza empatica che si sviluppa con l’intervento di mediazioni tra il sé e l’altro e il potenziamento di procedure indirette e parziali, talora asimmetriche, di relazione.

Per quanto concerne la corretta interpretazione del SNS come “empatia allargata”, secondo Boella, essa è stata influenzata dal dibattito sulla Theory of Mind (ToM). Non è un caso che anche di recente la discussione (e i relativi consensi e dissensi) si siano incentrati sul meccanismo non cognitivistico di “simulazione” che permetterebbe la comprensione dell’intenzione altrui. Alcuni lo hanno ricondotto a una “imitazione interna” (Stueber), altri a una “risonanza intenzionale” (Goldmann, Gallese), altri lo rifiutano (Gallagher - Zahavi, 2008), altri lo considerano privo di evidenza sperimentale (Damasio 2008).

Secondo Boella, è essenziale il fatto che se il “mind-reading” è risonanza/simulazione/empatia, allora le diverse componenti dell’empatia (percettivo-emotive, cognitive e pratico-morali) restano in una relazione o dicotomica o estrinseca o di semplice indistinzione. A livello di NS o anche di aree, i meccanismi sono gli stessi per il disgusto e per la compassione, per l’amore e per l’odio. Analogamente, il rapporto per nulla lineare tra relazioni intersoggettive (faccia a faccia, prossimità e somiglianza) e contesto sociale-culturale (estraneità, differenza, lontananza, ignoto) non è stato ancora preso in considerazione in modo adeguato. La nozione di “cognizione sociale”, da tutti ritenuta fondamentale, rimane, secondo Boella, ancora non adeguatamente analizzata.

Ma ciò che più conta, secondo Boella, è che le neuroscienze stanno agitando le acque della riflessione morale. I molteplici esperimenti condotti sul giudizio intuitivo morale o “moral sense”, sul “free will” e sui processi decisionali, nonché sull’empatia del dolore, sulla “fairness” (equità) e su emozioni come l’amore e l’odio, o ancora sul razzismo implicito, per non citare che i più discussi, hanno riaperto dibattiti classici, come quello tra sentimentalisti e razionalisti, o tra determinismo e indeterminismo. C’è un riduzionismo neurobiologico che ritiene che le correlazioni tra funzionamenti cerebrali e giudizi o comportamenti siano l’unico tipo di descrizione dell’esperienza morale. Ove tali correlazioni non sussistano, il fenomeno non si ritiene che esista: ad esempio, la libertà sarebbe un’illusione perché a livello cerebrale si è notato l’insorgere di attivazioni precedenti la consapevolezza di compiere un gesto (cfr. gli esperimenti cruciali di Libet, 2004).

Secondo Boella, è chiaro che non è questa la strada di un realistico confronto con i dati sperimentali che hanno per oggetto aspetti dell’esperienza morale. Le neuroscienze stanno portando

a smontare la classica distinzione dell'etica analitica tra fatti e valori, descrizione e valutazione, natura e regola. Uno dei principali motivi di interesse morale dei dati neurobiologici sta nel fatto che essi ci mettono di fronte a passaggi e intrecci tra funzionamenti automatici e involontari e scelte e comportamenti consapevoli. Non sono forse le emozioni – il cui ruolo nella morale costituisce uno degli effetti più rilevanti delle neuroscienze dell'etica – un esempio di dinamica che inizia con semplici risposte organiche e poi evolve e si trasforma, combinandosi con elementi cognitivi, sociali, spirituali?

Un altro motivo di interesse è, secondo Boella, che le neuroscienze rispondono a una domanda sulla morale diversa da quella di Darwin. In questione non è tanto l' "origine" della morale, quanto piuttosto la domanda relativa al tipo di funzionamento cerebrale necessario per essere individui liberi, altruisti, piuttosto che violenti e aggressivi. Si tratta di una questione molto delicata, con implicazioni decisive sul piano della responsabilità. Se si considera, per esempio, il cervello dell'adolescente non pienamente sviluppato, la sua imputabilità (la pena di morte) potrebbe essere diminuita. Nessuna conoscenza dei meccanismi cerebrali può esonerare dall'interrogazione sulla responsabilità dei propri atti. Boella considera elemento basilare dell'esperienza morale proprio la ricomposizione o l'ordine che ciascuno di noi è chiamato a dare o è in grado di dare dei disparati elementi che entrano nelle nostre azioni o inazioni.

In conclusione, Boella sottolinea quanto tale scoperta dei NS e dibattito intorno al loro funzionamento abbia mostrato una volta di più che non è possibile ignorare i risultati della scienza sperimentale, se non per ostilità preconcetta o indifferenza. Certamente, non solo il metodo, ma gli stessi interessi conoscitivi, le domande della scienza e della filosofia sono molto diversi ed è giusto che sia così. Da quanto affermato in precedenza, emerge chiaramente che Boella non crede a una distinzione netta tra piano empirico e piano normativo, principalmente perché i "dati" empirici non sono, secondo lei, soltanto entità misurabili o calcolabili o classificabili entro leggi o categorie generali.

Nel "dato" empirico (che può essere una cellula, come la rivoluzione francese, come un ignoto gesto di bontà, ecc.) convergono diversi ordini di accadimenti naturali e storici – regolari, accidentali, singolari, imprevedibili. Se c'è una fragilità della filosofia oggi – una filosofia ovviamente che non aspiri a costruire dottrine, ma che assuma la complessità dell'esperienza umana – sta nell'enorme compito che le si pone di fronte: addentrarsi nella molteplice stratificazione dell'esperienza umana vissuta senza pretendere di dominarla dall'alto.

Che ne siano più o meno consapevoli, i neuroscienziati lavorano costantemente con concetti provenienti dalle diverse aree filosofiche. Che cos'è un esperimento di visualizzazione cerebrale sulla "fairness" o sul razzismo implicito, se non la messa alla prova di un concetto (sociologico, politico o altro) con un metodologia di misurazione di processi o attivazioni di determinate aree del cervello? Semmai, è auspicabile che la circolazione di idee e concetti di provenienza filosofica non avvenga soltanto in un regime di divisione delle competenze (ai filosofi la chiarificazione concettuale o linguistica, agli scienziati la misurazione). Filosofi e neuroscienziati in realtà non sono chiamati oggi a scambiarsi mere competenze professionali, bensì a fronteggiare insieme, dai loro diversi punti di vista, i problemi dell'epoca contemporanea. E questo possono farlo solo se si sentono abitanti di un mondo comune in cui le scoperte scientifiche mettono in gioco, alla stessa stregua di un romanzo o di un'opera d'arte, l'umanità degli esseri umani.

Sotto il profilo filosofico Boella ritiene molto affascinante l'ultimo lavoro del gruppo di Damasio, pubblicato su PNAS del 20 aprile 2009, in cui lo studio di due emozioni sociali-morali (ammirazione e compassione) viene approfondito nella direzione del sé che prova l'emozione. Ne risulta il coinvolgimento di una molteplicità di aree e, in particolare, la misurazione di un tempo di attivazione dell'insula che fa entrare in gioco la cultura e l'educazione. (01 Giugno 2009)

In conclusione all'analisi del dibattito *in fieri* sui NS e sul funzionamento del SS, intendo prendere in considerazione un interessante articolo di A. Attanasio e A. Oliverio, "Empatia e cognizione sociale, una lettura darwiniana del mirror neuron system" sulla Rivista di critica filosofica *Paradigmi*, anno XXX, n.3 –nuova serie, settembre-dicembre 2012.

In esso gli autori sostengono che per comprendere la complessità dei fenomeni della mente, dell'empatia e della cognizione sociale, sia basilare integrare neuroscienze e filosofia. In particolare, nonostante la lettura dei risultati neuroscientifici riguardo al "mirror neuron system" abbia perlopiù seguito un'ottica darwiniana, di fatto, secondo Attanasio e Oliverio, tale scoperta è stata sin qui interpretata in chiave fenomenologia. Gli autori, al contrario, intendono mostrare l'incompatibilità tra la "social embodied cognition" del SS e la fenomenologia, al quale si caratterizza fin dall'inizio per la sua critica ad ogni scienza empirica e ad ogni forma di naturalismo.

La struttura intellettualistica della fenomenologia rende il cosiddetto "io trascendentale" un surrogato della vecchia anima-sostanza. Invece, Attanasio-Oliverio propongono una lettura darwiniana del SS, incentrata su una "social-embodied-emotional mind", radicata nella "ragione-istinto" di D. Hume e nella "rivoluzione emozionale" di W. James.

Secondo i due autori il primo tentativo di una lettura darwiniana dei fenomeni complessi della coscienza e dei valori sociali è stata quella di G. Edelman, il quale, integrando filosofia e neuroscienze, propose un'innovativa teoria della coscienza basata sulla teoria della selezione darwiniana applicata al sistema cerebrale: il cosiddetto "darwinismo neurale". Partendo dalla scoperta (che gli valse il premio Nobel per la Medicina nel 1972) che il sistema immunitario è un sistema popolazionistico regolato dagli stessi principi della selezione naturale di Darwin, egli estende il darwinismo alla selezione dei gruppi neuronali (TSGN) sui quali "emerge" la coscienza primaria comune a tutti gli organismi viventi. Si tratta di una coscienza "sopravveniente" dai processi neurali, nei quali è indissolubilmente radicata e che è in grado di spiegare scientificamente come «la materia diventa immaginazione» (sottotitolo di Edelman & Tononi, 2000).

Per quanto concerne il SS, secondo Attanasio e Oliverio, il primo approccio filosofico volto a spiegare tale scoperta e il funzionamento del "meccanismo" specchio risale a Jean-Luc Petit, fenomenologo francese che influenzò in modo determinante Gallese (vedasi il lavoro a due mani di Gallese & Petit, 1998, presentato alla Conferenza "Towards a Science of Consciousness").

Paradossalmente, secondo Attanasio e Oliverio, nonostante i riferimenti a Darwin e il riconoscimento che il primato della metafora della mente "specchio" spetti al filosofo D. Hume (Gallese, 2010, p.49), gli scopritori dei NS non hanno interagito né con il pragmatismo à la James né con il materialismo à la Darwin, né, infine, con l'empirismo à la Hume, cioè con nessuno di quelli che sarebbero i loro interlocutori filosofici naturali.

Il "mirror neuron mechanism" è, in conclusione, secondo Attanasio e Oliverio, un sistema selettivo socio-cognitivo, biologico e culturale insieme, che, sedimentatosi per gradi, diventa un veicolo originario di comunicazione-cognizione, diretto e automatico. La similarità di risposte tra macachi e uomini, oltre a confermare la continuità di specie, dimostra che il SS è attivo tra le specie sociali e si caratterizza per essere, quindi, un sistema sociale intessuto di storia biologica e culturale della specie.

La stessa teoria della "simulazione incarnata" di Gallese, cioè la capacità di empatizzare con gli altri per vie diverse da quelle della mentalizzazione (Gallese, 2001), si inquadra, secondo gli autori, in una lettura del tutto darwiniana, dal momento che per rintracciare questo meccanismo funzionale nelle varie specie animali bisogna cercare ciò che differenzia gli umani dai non umani, analizzando le molteplici strategie evolutive delle diverse specie in ambito sociale.

Al contrario dei modelli mentalisti, le neuroscienze ci mostrano, secondo Attanasio e Oliverio, che la cognizione sociale è un processo basato sulla simulazione incarnata. Il SS non opera alcuna inferenza logico-mentale: l'azione è il risultato di una simulazione motoria. Inoltre, questo SS audio-visivo, presente anche tra specie non-linguistiche, conferma che la comprensione di suoni, immagini, atti motori è inserita all'interno di «a simpler level of semantic reference» che può essere interpretato come un «*conceptualization mechanism*» (Gallese, 2007, p.660) o come «*action concepts of grasping*», cioè schemi interazionali derivati dalla natura dei nostri corpi, del nostro cervello e delle nostre «*social and physical interactions in the world*» (Gallese & Lakoff, 2005, pp.12-13).

Il meccanismo cui mette capo il SS non ha bisogno nemmeno del linguaggio verbale, come confermano le notevoli capacità di imitazione motoria e consonanza sociale nei bambini in età preverbale. Si tratta di capacità peraltro non limitate agli umani in quanto i macachi, per quanto siano incapaci di imitazione motoria, sono tuttavia capaci di imitazione cognitiva con gradi di sofisticata meta cognizione (Paukner et al., 2005). Perciò è quantomeno azzardata l'identificazione tra mentalizzazione e linguaggio verbale.

In conclusione Attanasio e Oliverio affermano che la «social cognition» non è una «social metacognition», cioè un pensare «explicitly» con simboli, rappresentazioni o proposizioni, bensì una simulazione incarnata in cui i processi espliciti occupano solo una parte del nostro spazio sociale. La simulazione incarnata, infatti, può giocare un ruolo non solo su meccanismi «low level» di cognizione sociale, ma anche su aspetti «more sophisticated» del mentale, come l'attribuzione di stati mentali e il linguaggio. La cognizione sociale è perciò anche «social communication», senza linguaggio verbale esplicito, in quanto il sistema premotorio è alla base anche di diversi aspetti della facoltà del linguaggio (Gallese 2007, pp.659-660). Quindi, il SS permette la cognizione di *intenzioni di azione* per vie alquanto diverse sia dall'inferenza logico-razionale sia dalla rappresentazione mentale.

Bibliografia

Testi e saggi sui neuroni specchio (NS)

- Attanasio, A., Oliverio, A. (2012), "Empatia e cognizione sociale. Una lettura darwiniana del *mirror neuron system*", in *Paradigmi*, Anno XXX – Nuova serie, Settembre-Dicembre, Franco Angeli, 2012.
- Arbib, Michael A. (2002), "The Mirror System, Imitation and Evolution of Language", in Nehaniv, C., Dautenhahn, K., (a cura di), *Imitation in Animals and Artefacts*, MIT Press, Cambridge, pp.229-280.
- Ballerini, A., Barale, F., Gallese, V., Uccelli, S. (2006), *Autismo. L'umanità nascosta*, Einaudi, Torino.
- Craigheo, L. (2010), *Neuroni specchio. Vedere è fare*, Il Mulino, Bologna.
- Donelli, D. (2011), *Io sono il tuo specchio. Neuroni specchio ed empatia*, Amrita, Torino.
- Gallese, V. (2001), "The 'Shared Manifold' Hypothesis, *Journal of Consciousness Studies*, 8, pp.5-7, 33-50.
- Gallese, V. (2005), "Being like me": Self-other Identity, Mirror Neurons, and Empathy, in Hurley S. & Chater N., eds, *Perspectives on Imitations: From Cognitive Neuroscience to Social Science*, MIT Press, Cambridge (MA), pp. 101-118.
- Gallese, V. (2007), "Before and Below 'Theory of Mind': Embodied Simulation and the Neural Correlates of Social Cognition, *Philos. Trans. R. Soc. B.*, 362: pp. 659-669.
- Gallese, V. (2010), "Le basi neurofisiologiche dell'intersoggettività", in *La società degli individui*, 37, 1, pp. 48-53.
- Gallese, V. & Goldman A. (1998), "Mirror Neurons and the Simulation Theory of Mind-Reading", in *Trends in Cognitive Science*, 112, pp.493-501.
- Gallese, V. & Lakoff, G. (2005), "The Brain's Concept: The Role of the Sensory-motor System in Reason and Language, *Cognitive Neuropsychology*, 22, pp.455-479.
- Gallese, V., Migono, P., Eagle, Morris N. (2006), "La simulazione incarnata: i neuroni specchio, le basi neurofisiologiche dell'intersoggettività e alcune implicazioni per la psicoanalisi", in *Psicoterapia e scienze umane*, n.3, 2006, pp.543-580.
- Gallese, V. & Petit J.L. (1998), "Mirror Neurons: From Grasping to Language. Toward a Science of Consciousness III, University of Arizona, Tucson.
- Goldman, A.I. (2008), *Simulative Minds: The Philosophy, Psychology and Neuroscience of Mindreading*, Oxford University Press, USA.

Iacoboni, M. (2008), *Mirroring People. The New Science of How We Connect with Others*, Farrar, Straus & Giroux, New York 2008; tr. it. *I neuroni specchio*, Bollati Boringhieri, Torino 2008.

Legrenzi, P. e Umiltà, C. (2009), *Neuro-mania*, Il Mulino, Bologna.

Mukamel et al., “Single-Neuron Responses in Human during Execution and Observation of Actions”, *Current Biology* (2010).

Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V. (1996), “Premotor Cortex and the Recognition of Motor Actions”, *Cognitive Brain Res*, 3, pp.131-141.

Rizzolatti, G., Arbib, Michael A. (1998), “Language within Our Grasp”, in *Trends in Neurosciences*, 21, pp.188-194.

Rizzolatti, G., Fogassi, L., Gallese, V. (2000), “Cortical Mechanisms Subserving Object Grasping and Recognition: a New View on the Cortical Motor Functions”, in *The New Cognitive Neurosciences*, MIT Press, Cambridge, pp.539-552.

Rizzolatti, G., Fogassi, L., Gallese, V. (2001), “Neurophysiological Mechanisms Underlying the Understanding and Imitation of Actions”, in *Nature Reviews Neurosciences*, 2, pp.661-670.

Rizzolatti, G., Sinigaglia, C. (2006), *So quel che fai. Il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Raffaello Cortina Editore, Milano.

Rizzolatti, G., Voza, L. (2008), *Nella mente degli altri. Neuroni specchio e comportamento sociale*, Zanichelli, Torino.

Simonetti, N. (2012), *La mente incorporata. La lezione di J. Kim sino ai neuroni specchio*, Aracne, Roma 2012.

“Gli Speciali di BrainFactor”:

http://brainfactor.it/index.php?option=com_content&view=article&id=339:neuroni-specchio-registrata-attivita-neurale-nelluomo&catid=32:neurochirurgia&Itemid=3

Testi e saggi di biologia

Darwin, Ch. R. (1871), *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, 2 vols., John Murray, London; tr.it *L'origine dell'uomo e la selezione sessuale*, a cura di G. Montalenti, tr. it di M. Di Castro e E. Grassi, Newton Compton, Roma 2003.