

Corpo, Azione e Coscienza Corporea di Sè: Una Prospettiva Neurofenomenologica.

Vittorio Gallese^{1,2}, Francesca Ferri,¹ e Corrado Sinigaglia³

¹ Dipartimento di Neuroscienze – Sezione di Fisiologia, Università degli Studi di Parma.

² IIT (Istituto Italiano di Tecnologia) – Brain Center for Motor and Social Cognition, Parma.

³ Dipartimento di Filosofia, Università Statale di Milano.

I. Introduzione

Negli ultimi vent'anni il tema della coscienza di sé è stato trattato da un numero sempre crescente di studiosi nell'ambito di diverse discipline, sia empiriche che teoriche, quali le neuroscienze cognitive, la neuropsicologia, la psicologia dello sviluppo, la filosofia e la psichiatria. Ciò che accomuna la maggior parte di essi è l'intuizione che la coscienza di sé sia un fenomeno complesso e stratificato, sicché occuparsene vuol dire innanzitutto avere a che fare con i diversi strati che costituiscono l'esperienza di noi stessi, a partire da quelli più primitivi ed elementari. José Luis Bermúdez esprime il pensiero di molti, quando scrive: "Esistono molti livelli diversi di coscienza di sé. Ne sono ovvi esempi la capacità di pensare al proprio corpo come proprio; di riconoscersi come portatori di stati mentali; di padroneggiare grammaticalmente l'uso del pronome in prima persona; di vedersi come un oggetto fra gli altri; di conservare ricordi del proprio passato; di costruire racconti autobiografici; di formulare progetti e ambizioni a lungo termine. Che si consideri l'una o l'altra di queste capacità, in ogni caso, si è tentati di concepirla come necessariamente dipendente da una forma di consapevolezza di sé più primitiva e pre-esistente. [...] Se è così, e se si vuole evitare una regressione (infinita), allora sembra lecito supporre che tutti questi livelli debbano, in ultimo, radicarsi in una forma di coscienza di sé abbastanza primitiva da non dipendere da una ancor più basilare" (Bermúdez, 1995, p. 153).

La consapevolezza corporea di sé sembra potere offrire una delle soluzioni più promettenti al problema di definire un livello elementare di consapevolezza di sé, costituendo il nucleo centrale di una più vasta gamma di molteplici forme di auto-coscienza. Infatti, numerosi studi che indagano l'esperienza del corpo a partire da prospettive diverse, sia che ne cerchino i correlati neurali, sia che tentino di individuare le componenti che ne rendono la fenomenologia così peculiare, convergono nell'affermare che la consapevolezza corporea debba giocare un ruolo primario nella consapevolezza di sé. Tuttavia, malgrado tale convergenza e l'innegabile avanzamento nella conoscenza delle fonti e delle caratteristiche della consapevolezza corporea, è ancora tutt'altro che chiaro che cosa sia primariamente la consapevolezza corporea e quale, tra le varie forme di consapevolezza di sé, tipicamente etichettate come "corporee", possa effettivamente incarnare il livello basilare di consapevolezza di sé. Ciò non è (o non è solo) da imputare ai presunti conflitti tra l'immagine fenomenologica o manifesta di noi stessi come sé corporei e l'immagine scientifica di noi stessi e del nostro corpo, così come viene rivelata dalle neuroscienze cognitive (Bayne & Levy 2006). Piuttosto, è più probabile che ciò sia dovuto al fatto che certi aspetti fondamentali della nostra esperienza del corpo spesso

sono stati dati per scontati e mai messi radicalmente in discussione, dal punto di vista fenomenologico, psicologico o neurofisiologico.

Per esempio, sembra essere abbastanza ovvio per molti neuroscienziati, psicologi e filosofi contemporanei pensare alla consapevolezza corporea in termini di consapevolezza propriocettiva (vedi, per esempio, Bermudez, Marcel and Elia (eds.)1995; Gallagher e Shear (eds.) 1998; Gallagher e Zahavi 2008). Ma cosa vuol dire, di fatto, consapevolezza propriocettiva? Si riferisce, forse, a una consapevolezza enterocettiva strettamente connessa a una specifica modalità sensoriale? Oppure va interpretata, in senso più ampio, come un tipo di consapevolezza corporea che va oltre la distinzione tra consapevolezza entero- ed estero-cettiva, e che riguarda tutte le modalità sensoriali (vista, tatto, udito, etc.)? Tuttavia, al di là dell'interpretazione della propriocezione, siamo veramente sicuri che la peculiarità fenomenologica della consapevolezza corporea vada intesa *esclusivamente* o *primariamente* in termini di consapevolezza propriocettiva? Siamo veramente sicuri che questo sia l'unico modo, o il migliore, per comprendere il ruolo della consapevolezza corporea nel plasmare le forme basilari della consapevolezza di sé? E siamo proprio certi che questo sia veramente in linea con tutto ciò che sappiamo sul corpo grazie alle neuroscienze cognitive? Non sarà che il primato assegnato alla consapevolezza propriocettiva dipende da un modello ingenuo della fenomenologia del corpo?

Il nostro scopo in questo capitolo è affrontare questi interrogativi. Un modo per farlo è quello di fornire una cornice teorica il più possibile unitaria rispetto alle scoperte nell'ambito della psicologia e della neurofisiologia, che negli ultimi anni hanno messo alla prova il modo tradizionale di interpretare la consapevolezza corporea e il suo ruolo nel forgiare in ciascuno di noi una coscienza di sé. Tale obiettivo è stato perseguito in un lavoro precedente (Gallese e Sinigaglia 2010). Qui adotteremo una strategia diversa. Inizieremo con alcune riflessioni preliminari sulle possibili modalità attraverso le quali siamo consapevoli di noi stessi e del nostro corpo. Successivamente faremo un'analisi minuziosa delle diverse forme di consapevolezza corporea, allo scopo di individuare quale fra esse, ammesso che ce ne sia una, possa essere considerata come forma primaria ed elementare della coscienza di sé. Infine, indagheremo se e fino a che punto la nostra consapevolezza corporea giochi un ruolo cruciale nel forgiare anche la nostra consapevolezza primaria ed elementare degli altri.

E' opportuna una precisazione di tipo metodologico. Non ci occuperemo della metafisica né dell'epistemologia della consapevolezza corporea e di sé. Piuttosto (e più modestamente), ci focalizzeremo sulla fenomenologia della consapevolezza corporea di sé, considerandola come punto di partenza e di arrivo dell'indagine sui meccanismi sub-personali alla base della nostra esperienza corporea. Crediamo, infatti, che tale indagine sarebbe "cieca", se non fosse guidata da una accurata fenomenologia dell'esperienza corporea. Quest'ultima, d'altra parte, sarebbe "vuota" se non fosse ancorata allo studio dei suoi corrispondenti correlati neurali. Naturalmente ciò non significa né fondere diversi livelli di analisi, né postulare un semplice isomorfismo tra gli stessi. Più semplicemente, si tratta di riconoscere la necessità di un approccio integrato, in grado di combinare le analisi fenomenologiche e la ricerca empirica, mettendo in discussione ciò che entrambi gli approcci hanno spesso dato per scontato.

II. Il sé corporeo e la propriocezione

Molti autori accettano incondizionatamente la nozione secondo la quale siamo dotati di un senso specifico del nostro corpo – la propriocezione – che ce ne fornisce

un'immediata conoscenza. Tuttavia, sebbene il termine 'propriocezione' sembri suggerire intuitivamente un nesso tra il corpo ed il sé, il suo significato resta ambiguo e per nulla chiaro. A tal proposito, potrebbe essere utile partire dalla distinzione tra *sistemi propriocettivi*, rappresentati dai vari canali che forniscono informazioni sullo stato e le prestazioni del corpo, *informazioni propriocettive*, che comprendono tutte le informazioni a disposizione riguardanti il corpo, e *consapevolezza propriocettiva*, considerata come l'esperienza cosciente del corpo dall'interno (Eilan e coll. 1995, p. 14; vedi anche Marcel 2003).

I *sistemi propriocettivi*, letteralmente, sono sistemi che mappano la percezione del nostro corpo. Tale percezione è classicamente considerata distinta da quella dei nostri organi interni, definita enterocezione (Sherrington 1907). I sistemi propriocettivi forniscono informazioni sul senso di posizione e di movimento delle nostre diverse parti corporee, sia reciprocamente, che rispetto al mondo esterno. Tuttavia, taluni considerano la cinestesia, o senso del movimento, come un sistema indipendente. Dal punto di vista fisiologico, la propriocezione è una proprietà funzionale di parte del sistema somatosensoriale. All'interno del sistema somatosensoriale una varietà di recettori (e.g. fusi neuromuscolari, organi tendinei del Golgi, recettori di stiramento della cute, etc.) si trovano distribuiti alla periferia del corpo, nei muscoli, nei tendini e nelle articolazioni. Questi recettori trasducono l'energia meccanica, applicata al nostro corpo sotto forma di allungamento muscolare o cutaneo, rotazioni angolari e simili, in potenziali d'azione, che viaggiano dalla periferia del corpo, lungo grosse fibre mieliniche contenute nei nervi sensoriali, fino ai centri del sistema nervoso centrale, che occupano livelli gerarchici progressivamente crescenti. Inoltre, quando si riferiscono alla propriocezione, a volte, i fisiologi includono anche i segnali sensoriali che originano dai recettori contenuti nell'apparato vestibolare dell'orecchio interno. Anche questi recettori trasducono l'energia meccanica che li investe, a causa degli spostamenti lineari e angolari del capo nello spazio, in potenziali d'azione, che attraverso l'VIII nervo cranico arrivano a diversi nuclei del midollo allungato e al cervelletto (per una più estesa trattazione di questo argomento, vedi Kandel, Schwartz e Jessell (eds.) 2000).

Comunque, tutto ciò rappresenta solo una parte della storia. Infatti, una comprensione più liberale dell' *informazione propriocettiva*, intesa come comprensione specificamente relativa a un sé, consente una nozione di propriocezione più ampia e utile. A questo proposito, la teoria Gibsoniana della percezione *ecologica* rappresenta un ottimo esempio. Come è noto, secondo Gibson la propriocezione dovrebbe essere concepita "non come un canale specializzato delle sensazioni", ma come "ego-ricezione", come "sensibilità a sé". In questo senso, Gibson scrive, "tutti i sistemi percettivi sono proprio-sensibili, ma anche estero-sensibili, poiché tutti, in vario modo, forniscono informazioni sulle attività dell'osservatore. I movimenti dell'osservatore generalmente producono stimoli visivi, sonori, cutanei, contemporaneamente alla stimolazione dei muscoli, delle giunzioni e dell'orecchio interno. Di conseguenza, le informazioni che riguardano, in modo specifico, sé stessi vengono raccolte come tali, indipendentemente da quale nervo sensoriale fornisca i suoi impulsi al cervello. Il punto che voglio rimarcare è che le informazioni su sé stessi sono molteplici e che informazioni di tipo diverso sono acquisite contemporaneamente" (Gibson 1979, p.115).

Quindi, indagare le forme elementari del sé corporeo vorrebbe dire indagare le invarianti strutturali in grado di fornirci informazioni che specificano il sé, disponibili nel nostro percepire il mondo circostante, indipendentemente da quale sistema sensoriale veicoli tali informazioni. Consideriamo, per esempio, il caso della percezione visiva. Come Gibson più volte propone, "l'informazione ottica che permette di specificare sé stessi [...] *accompagna* l'informazione ottica che specifica l'ambiente. Le due fonti di informazione

coesistono. L'una non potrebbe esistere senza l'altra. Quando un individuo guarda il mondo, contemporaneamente vede il suo naso; o piuttosto, il mondo e il suo naso sono entrambi specificati e la sua consapevolezza può andare dall'uno all'altro" (Gibson 1979, p.116). Qualunque cosa cada nel nostro campo visivo può essere nascosta o occlusa da una nostra parte del corpo. E' non v'è dubbio che il nostro naso occupi una posizione dominante nel nostro campo visivo. Lo stesso è parzialmente vero anche per le nostre orbite oculari, per le sopracciglia o per la barba - per non parlare delle braccia, le gambe, le mani e i piedi, sebbene in misura minore. Mentre il naso rappresenta il nostro margine occludente più vicino, le estremità del nostro corpo entrano nel nostro campo visivo dal basso. Essi rappresentano limiti occludenti più periferici, ma, diversamente dagli oggetti fisici non corporei, appaiono "attaccati" a noi e non possono essere visti oltre una certa distanza da noi. Secondo Gibson, questo non è l'unico modo in cui la percezione visiva ci fornisce informazioni che specificano il sé. Ci sarebbero almeno altri tre modi. Il primo ha a che fare col fatto che il nostro corpo circonda il nostro campo visivo. Questo genere di limitazione è completamente diversa da quella che sarebbe propria di un oggetto che cade all'interno del nostro campo visivo. Infatti, sebbene i confini di quest'ultimo di primo acchito possano apparire come il telaio di una finestra, differiscono da essa, "in quanto per la finestra", come scrive Gibson, "ciò che è in primo piano nasconde ciò che è in secondo piano, mentre per il campo visivo è il capo dell'osservatore che nasconde lo sfondo. Chiediti cos'è che vedi, che nasconde ciò che sta intorno, quando ti affacci sul mondo - non è buio, certamente, né aria, né niente, ma l'ego!" (Gibson 1979, p. 116).

Il secondo tipo di informazione fornito dalla percezione visiva che specifica il sé è ciò che Gibson chiama "cinestesia visiva" (Gibson 1979, p. 183). Ogni movimento che facciamo produce un flusso sistematico nel nostro campo visivo. Immaginiamo di camminare verso la parete opposta nella stanza in cui ci troviamo, guardando dritto in avanti: l'informazione visiva che ci si presenta in continuo cambiamento fluisce verso un singolo punto, costante e stazionario, che è esattamente il punto verso cui ci stiamo muovendo. Ciò ci permette di *vedere* non solo *che* ci stiamo muovendo, ma anche verso *dove*. Inoltre, questo tipo di flusso sistematico ci fornisce informazioni ottiche sulla postura del nostro corpo. I cosiddetti esperimenti della "stanza in movimento", in cui i partecipanti restano in piedi sul pavimento stabile del laboratorio, circondati da pareti che si muovono in modo indipendente, sono ormai diventati classici. E' stato dimostrato che quando la stanza si muove verso l'osservatore, generando così il flusso ottico tipicamente associato con l'avanzare, questi oscilla indietro per compensare; al contrario, quando la stanza si allontana dall'osservatore, generando così il flusso ottico tipicamente associato col retrocedere, questi si inclina in avanti per compensare (Butterworth 1995).

Da ultimo, ma non per importanza, vi è un terzo tipo di invarianti strutturali che possono essere direttamente percepite. Per nominare tali invarianti Gibson fu costretto a coniare un nuovo termine, i.e. *affordance*: "Le *affordances* dell'ambiente sono ciò che esso offre all'animale, che *mette a disposizione* o *fornisce*, nel bene e nel male. Il verbo *to afford*, si trova nel dizionario, ma non il nome *affordance*. L'ho creato. Con esso intendo qualcosa che si riferisce sia all'ambiente che all'animale, in un modo che nessun termine esistente fa. Esso implica la complementarietà dell'animale e dell'ambiente" (Gibson 1979, p. 127). Le *affordances* non sono solo caratteristiche fisiche dell'ambiente; piuttosto, esse incarnano opportunità pragmatiche, che l'ambiente può offrire a qualsiasi organismo in grado di percepirle e di usarle. Perciò, una superficie può essere per-starvi-in piedi o per-sedervi, a seconda dell'organismo. Similmente, un oggetto può essere afferrabile, gettabile, comprimibile, portatile o calciabile per un organismo con mani e piedi. Le *affordances*, quindi, vanno concepite in termini di relazione reciproca tra l'ambiente e l'organismo (Turvey e coll. 1981, Turvey, 1992), in quanto capaci di fornire informazioni sia

sulle caratteristiche ambientali/oggettuali, sia sulle abilità dell'organismo (Chemero 2003). Per citare di nuovo Gibson: "Una affordance [...] punta in due direzioni, verso l'ambiente e verso l'osservatore. Lo stesso fanno le informazioni che specificano un'affordance. Ma questo non implica affatto realtà separate di coscienza e materia, un dualismo psicofisico. Esso dice soltanto che le informazioni che specificano ciò che l'ambiente offre vanno di pari passo con quelle che specificano l'osservatore stesso, il suo corpo, le gambe, le mani, la bocca. Questo è solo per enfatizzare ulteriormente che l'esterocezione è accompagnata dalla propriocezione - che percepire il mondo è percepire contemporaneamente sé" (Gibson 1979, p. 141).

III. Il sé corporeo come affordance

Fino a questo punto ci siamo limitati a distinguere tra sistemi propriocettivi e informazioni propriocettive, lasciando, quindi, aperta la domanda relativa a come debba essere concepita la consapevolezza di sé al fine di catturare la peculiarità fenomenologica del suo contenuto.

Molti filosofi e psicologi condividono la nozione per cui non solo i modi in cui acquisiamo consapevolezza del nostro corpo sono diversi da quelli per cui diveniamo consapevoli degli oggetti fisici, ma anche che le forme elementari di consapevolezza corporea sono pre-concettuali e non di natura riflessiva (Butterworth 1995; Bermúdez 1998, 2002; Gallagher 2003; Thompson 2005; Legrand 2006, 2007; Gallagher & Zahavi 2005, 2008). Tuttavia, se osserviamo da vicino come tale consapevolezza sia stata caratterizzata dal punto di vista fenomenologico, non possiamo fare a meno di renderci conto che essa è stata definita in modi diversi, talvolta come "periferica" (Bermúdez 1998), talaltra come "recessiva" in termini esperienziali o attenzionali (O'Shaughnessy 1995). Questo evidenzia come la prossimità del nostro corpo vada di pari passo con la sua "evanescenza" (Eilan 1995) o, meglio ancora, con la sua "eccentricità" (Dokic 2003) o "eccedenza" (Gallagher 2003). Queste diverse caratterizzazioni della consapevolezza corporea si basano su interpretazioni diverse del suo status fenomenologico. Secondo alcuni autori tale consapevolezza sarebbe da intendersi come una forma di percezione, in cui ognuno prende consapevolezza del proprio corpo (O'Shaughnessy 1995). Secondo altri, dovrebbe essere concepita come una specie di conoscenza di sé non fondata sull'osservazione (Shoemaker 1984).

Nel primo caso, è esemplare quello che Josè Bermudez (1998) ha scritto sulla propriocezione somatica, riassumendo, sotto il profilo fenomenologico, alcuni argomenti proposti da Gibson nell'analisi delle informazioni che specificano il sé: "La migliore descrizione della fenomenologia del toccare è che l'esperienza tattile è sempre sia esterocezione, che propriocezione. L'attenzione può essere orientata sia in senso propriocezionale, che esterocezionale, e può spostarsi da una direzione all'altra, il che andrebbe considerato come un'alternanza dell'equilibrio tra consapevolezza centrale e periferica. Quando l'attenzione è orientata in senso esterocezionale, verso le proprietà spaziali di un oggetto, colui che percepisce mantiene una consapevolezza periferica delle proprietà spaziali dell'arto interessato, e viceversa" (Bermúdez 1998, p. 139).

Di opinione contraria è Shaun Gallagher, che, forse più di ogni altro, ha di recente argomentato che la consapevolezza di sé corporea, per sua natura, non è percettiva. Tale convinzione emerge chiaramente dalla sua descrizione fenomenologica delle somiglianze e delle differenze tra la vista e la propriocezione: "Sono forse le dita, durante l'esplorazione aptica, simili a oggetti in visione periferica, o piuttosto alla funzione degli occhi rispetto alla vista? Sarebbe corretto dire che [...] gli occhi e i loro movimenti fanno

parte del campo percettivo periferico? E' ovvio che i miei occhi non fanno parte del mio campo visivo - quando guardo un oggetto, non vedo i miei occhi, nemmeno in visione periferica. Piuttosto, io vedo *con* i miei occhi. [...] Precisamente, io vedo *con* i miei occhi, tocco *con* le mie dita, ho un'esperienza tattile, e percepisco la forma dell'oggetto nella mia mano, proprio quando *non sto percependo* le mie dita. La percezione tattile di un oggetto non si realizza grazie alla consapevolezza percettiva dei mutamenti degli attributi spaziali delle mie dita; la consapevolezza che ho delle dita non è equivalente alla mia conoscenza tattile dell' oggetto. Il modo d'essere del corpo, mentre percepisce, va oltre l'essere percepito" (Gallagher 2003, p. 61).

Tuttavia, aldilà delle divergenze sullo status della consapevolezza corporea, tutti, o quasi tutti gli autori danno per scontato che tale consapevolezza sia, nella sua forma più caratteristica ed autentica, una consapevolezza propriocettiva. Non importa che la consapevolezza del corpo possa originare dall'enterocezione o dall'esterocezione, ciò che realmente conta è che essa venga comunemente intesa come consapevolezza della postura del proprio corpo, delle parti del corpo e degli arti, relativamente alla loro posizione, ai loro confini, e al fatto che siano a riposo o in movimento. Ci si dovrebbe domandare, tuttavia, se è vero che noi siamo primariamente consapevoli del nostro corpo in questo modo. Il che, ovviamente, non implica negare che la propriocezione, in qualsivoglia delle sue interpretazioni sia intesa, contribuisca alla nostra consapevolezza corporea. Piuttosto, il contrario. Eppure, la domanda relativa al fatto che, in ultimo, sia *esclusivamente e primariamente* grazie alla propriocezione che siamo consapevoli di noi stessi come sé corporei resta irrisolta. E' questo, in effetti, l'unico e primario modo che abbiamo per comprendere il nostro riferirci a noi stessi costitutivo della consapevolezza corporea? Non è che la mera estensione del concetto di propriocezione contribuisce a mettere in discussione l'idea che la nostra consapevolezza corporea vada intesa primariamente in termini di "consapevolezza dei propri movimenti e della postura" (Neisser 1988, p. 37)?

Per cominciare ad affrontare tali questioni, torniamo alla nozione di affordance che, second Neisser, giocherebbe un ruolo cruciale nell'approccio ecologico al sé, poichè coglie un aspetto primario della nostra esperienza del mondo circostante: "in ogni momento l'ambiente offre una moltitudine di interazioni potenziali: potrei afferrare quell'oggetto, sedere su quella sedia, attraversare quella porta. Questi sono esempi di *affordances*: possibili interazioni tra attori e ambiente. E' di vedere affordances che gli animali hanno bisogno: ecco una preda che potrei mangiare, un predatore che potrebbe mangiare me, un albero su cui potrei arrampicarmi per sfuggirgli" (Neisser 1991, p. 201). Si è detto che queste "relazioni di possibilità" si costituiscano come relazioni tra le caratteristiche di una situazione nel suo insieme e le abilità motorie di un individuo (Chemero 2003; Chemero 2009; Costantini e Sinigaglia, in stampa). A volte si assume tacitamente che le proprietà che determinano le affordances ambientali sono di natura propriamente fisica come, per esempio, le proporzioni del corpo. Per esempio, talvolta si è detto che gli esperimenti sul salire le scale, a partire da dagli studi classici di Warren (1984), dimostrerebbero che l'affordance di salire le scale possa essere quantificata in termini del rapporto tra la lunghezza della gamba e l'altezza del gradino. Tuttavia, come Antony Chemero giustamente fa notare, "le proporzioni del corpo non sempre sono sufficienti a garantire un' abilità"(Chemero 2009, p.143), e ci sono prove del fatto che l' affordance di salire le scale è funzione dell'abilità di salire le scale, piuttosto che della lunghezza della gamba (vedi, per esempio, Cesari e coll. 2003).

Le affordances degli oggetti, o micro-affordances, mostrano chiaramente che la relazione di affordance è radicata nelle abilità motorie dell'individuo (Ellis e Tucker 2000). Infatti, numerosi studi comportamentali dimostrano che la vista di un oggetto afferrabile

recluta immediatamente una gamma di possibilità di azioni di mano adeguate, anche in assenza dell'effettiva interazione e dell'intenzione di interagire (Craighero e coll. 1999; vedi Gallese 2000). In particolare, è stato dimostrato che informazioni sull'oggetto irrilevanti rispetto al compito sperimentale (e.g. l'orientamento a destra o a sinistra del manico di una tazza) possano facilitare l'esecuzione di un atto motorio con la mano destra o sinistra, quando la porzione dell'oggetto che offre l'affordance (e.g. il manico) è spazialmente allineata con la mano che risponde (Tucker e Ellis 1998; Ellis e Tucker 2000; Tucker e Ellis 2001; Tucker e Ellis 2004).

Studi neurofisiologici e di neuroimmagini hanno identificato i probabili correlati neurali di questi dati comportamentali. Dal punto di vista neurofisiologico, la percezione di un' affordance implica che lo stesso neurone non solo codifichi gli atti motori che controlla (i.e. afferramento con la mano), ma che risponda anche alle proprietà visive del contesto, che supportano o, addirittura, richiedono necessariamente, quegli atti motori. La registrazione dell'attività di singoli neuroni dalla corteccia premotoria ventrale (area F5) e dal lobulo parietale inferiore (area AIP) nella scimmia hanno rivelato l'esistenza di una classe speciale di neuroni visuo-motori che rispondono alla presentazione visiva di oggetti di forme e dimensioni diverse, anche quando la scimmia li fissa, senza doverli afferrare (Rizzolatti e coll. 1988; Jeannerod e coll. 1995; Murata e coll. 1997; Rizzolatti e Craighero 2004; Raos e coll. 2006; Umiltà e coll. 2007).

Qualcosa di analogo è stato trovato nell'uomo. Infatti, molti studi fMRI hanno dimostrato che la presentazione visiva di oggetti afferrabili recluta automaticamente il sistema motorio corticale, anche in assenza di qualsiasi produzione di movimenti (Grafton e coll. 1997; Chao e Martin 2000; Grèzes e coll. 2003). Più recentemente, in un esperimento TMS è stata studiata l'eccitabilità della corteccia motoria primaria durante l'osservazione di oggetti familiari manipolabili, i.e. una tazza col manico integro o rotto (Buccino e coll. 2009). Ne è risultato che i potenziali evocati motori (MEP) aumentavano solo quando il manico era integro, suggerendo che il sistema motorio corticale ha un ruolo cruciale non solo nella programmazione e nel controllo dei dettagli fini dei movimenti elementari, ma anche nell'elaborazione delle proprietà pragmatiche degli oggetti circostanti. Il sistema motorio ci abilita alla loro percezione in termini di possibilità effettive per l'azione, cioè, come oggetti veramente afferrabili o no.

Tutto ciò, almeno a prima vista, sembra in linea con l'enfasi posta da Gibson (1979) e dagli psicologi Gibsoniani (Turvey 1977, Turvey e coll. 1990, Neisser 1988) sul ruolo cruciale dell'azione nell'approccio ecologico alla percezione. Per esempio, Neisser scrive che " si può distinguere tra percezione e azione solo sul piano dell'analisi teorica; nel comportamento ordinario, esse sono definitivamente fuse. Salvo eccezioni, non accade che noi percepiamo e, poi, ci muoviamo. Noi percepiamo *mentre* agiamo e *che* agiamo; spesso le nostre azioni rappresentano il vero carattere ecologico del sé, che nel contempo percepiamo (Neisser 1988, p. 40). Ora, è vero che, secondo i teorici dell'ecologismo più radicali, l'azione ci permette di cogliere informazioni invariante che specificano sia il sé che l'ambiente. Tuttavia, qui sorge la domanda se, e fino a che punto, l'azione debba essere considerata "soltanto un mezzo per avere accesso a invarianti di ordine superiore presenti nelle stimolazioni afferenti " (Hurley 1998, p. 433), e non, piuttosto, un principio costitutivo per la percezione, anche in assenza di esecuzione di movimenti.

In effetti, i dati empirici riportati mostrano chiaramente che la vista di un oggetto può evocare un'attivazione delle aree motorie nel cervello dell'osservatore, anche in assenza di un esplicito comportamento motorio, indicando così che l'oggetto viene codificato nello stesso modo, sia nella condizione di esecuzione, che di osservazione. Questo non solo suggerisce che la percezione dell'oggetto è strettamente connessa all'azione, ma anche che l'azione costitutivamente condiziona il nostro modo di percepire, caratterizzando

l'oggetto percepito in termini di atti motori che può evocare, anche in assenza di un qualunque movimento reale. Quindi, la percezione di un oggetto, a un livello elementare, non è altro che, per così dire, un invito all'azione, che indipendentemente dal fatto che realmente afferreremo l'oggetto o meno, primariamente ci offre un potenziale bersaglio dell'azione, cioè, un qualcosa che possiamo afferrare con questa o con quell'altra parte del corpo (mano, bocca), con questo o quell'altro tipo di presa (presa di forza o di precisione) e così via (Gallese 2000).

La nozione che la nostra percezione possa essere plasmata dall'azione, anche quando non eseguiamo un movimento, e che una tale percezione orientata dall'azione rappresenti un modo originale e primario di essere coinvolti col mondo circostante ha delle conseguenze sul piano fenomenologico, relative al modo in cui facciamo esperienza di noi stessi come sé corporei. Infatti, quando percepiamo qualcosa come afferrabile, lanciabile o calciabile, stiamo facendo esperienza di noi stessi come un corpo che *può* afferrare, lanciare o calciare. Tale "*può*" non va inteso come una generica abilità (Mele 2002), ma si riferisce a una possibilità motoria, di cui un individuo è consapevole, poiché ce l'ha veramente *a portata di mano*, non solo in senso metaforico. Quando percepiamo qualcosa come afferrabile o calciabile, il nostro corpo ci si offre come un corpo che afferra o calcia, cioè nei termini di una certa possibilità motoria. In altre parole, la nostra esperienza di ciò che ci circonda non può fare a meno di essere accompagnata dall'esperienza di noi stessi come "potenzialità" d'azione del corpo, cioè, come la varietà di azioni potenziali che appartengono al nostro repertorio motorio, il quale in un certo contesto ci si offre a portata di mano (Gallese e Sinigaglia 2010).

Di nuovo, ciò non implica di dover concepire il nostro corpo come un corpo che compie una certa azione o di dover riconoscere esplicitamente che quella certa possibilità motoria appartiene al nostro repertorio motorio. Piuttosto, è vero il contrario. Il nostro corpo ci si può offrire come potenzialità d'azione, indipendentemente dal fatto che vi prestiamo attenzione. In questo senso Alva Noë recentemente ha scritto: "Il corpo è presente [...] come una gamma di potenzialità di movimenti o azioni [...]. Per esempio, le mie braccia possono essere presenti a me anche se non ci sto badando: la sensazione della loro presenza è riconducibile a qualcosa come la mia sensazione che la tazza di caffè sul tavolo è raggiungibile (Noë 2009, p. 77). Avere la sensazione della raggiungibilità e della afferrabilità della tazza di caffè significa esperire non solo il suo invito all'azione, ma anche, e soprattutto, il nostro corpo come potenzialità per quell'azione, cioè, un corpo che può raggiungere e afferrare. Le due esperienze possono essere distinte solo per astrazione, dato che l'una non può esistere senza l'altra. Per parafrasare Gibson, quando un uomo vede il mondo, vede contemporaneamente le proprie possibilità motorie; anzi, il mondo e le possibilità motorie risultano entrambe specificate e la sua consapevolezza può spostarsi dall'uno alle altre, e viceversa.

IV. Il sé corporeo come molteplicità di possibilità d'azione

Se la nostra caratterizzazione delle affordances è corretta, e, soprattutto, se percepire un'affordance implica, sia a livello sub-personale che personale, un senso del corpo che è per natura *primariamente* motorio, ci si può chiedere se e fino a che punto tale consapevolezza del corpo si possa considerare "abbastanza primaria da non dipendere da una più elementare coscienza di sé [corporea]" (Bermúdez 1998, p. 153).

Infatti, anche assumendo che, come avviene con le affordances, il nostro corpo ci si offre come potenzialità d'azione, si potrebbe controbattere che questa forma di consapevolezza del corpo presuppone, di solito, una consapevolezza propriocettiva. Laddove quest'ultima si riferisce a ogni genere di consapevolezza della posizione degli arti

e della configurazione delle strutture corporee, indipendentemente dal fatto che essa sia generata in modo esterocezionale od enterocezionale.

Tuttavia, se si considera più attentamente la peculiarità del contenuto della consapevolezza corporea, ne risulta che la consapevolezza propriocettiva né precede né fonda la consapevolezza corporea come potenzialità d'azione. Naturalmente, questo non vuol dire che la consapevolezza propriocettiva non giochi alcun ruolo nella consapevolezza corporea. Né implica che la consapevolezza corporea come potenzialità d'azione, da sola, ci fornisca un pieno senso del corpo come sé corporeo. Il punto è che la propriocezione, anche se intesa nel modo più ampio possibile, non riesce a fornirci quello specifico senso del corpo che fondamentalmente esperiamo nelle interazioni col mondo che ci circonda. Questo vale non solo per le occasioni in cui effettivamente agiamo su di esso ma anche, cosa più rilevante, quando meramente lo percepiamo.

Concentriamoci inizialmente sull'esecuzione dell'azione. A livello sub-personale, la possibilità di compiere un'azione elementare come afferrare una tazza di caffè, è radicata nei circuiti neurali deputati all'azione, i cui neuroni sono selettivamente deputati alla rappresentazione e al controllo degli atti motori. Come già è stato detto nel discorso sulle affordances, ci sono prove solide dell'esistenza di una popolazione di neuroni in corteccia motoria, che codificano scopi e intenzioni motorie (Rizzolatti e coll. 1988; Jeannerod e coll. 1995; Gallese 2000; Murata e coll. 2000; Fogassi e coll. 2005; Bonini e coll. 2010). Grazie a tale codifica è possibile una caratterizzazione dei vincoli rilevanti per l'azione che, nel contempo, risulta più generale e più parsimoniosa (Rizzolatti et al. 2001). Infatti, mappando le azioni nei termini dei loro scopi e intenzioni motorie, il sistema motorio corticale è in grado di rappresentarle in quanto tali, senza doverne specificare tutti i parametri cinematici. È interessante notare che questi neuroni motori sono caratterizzati da un'organizzazione somatotopica, tale per cui, quando si attivano, istanziano una rappresentazione motoria della corrispondente parte del corpo (e.g. mano, bocca, ecc.), come se stesse attuando un certo scopo motorio (e.g. afferrare, mordere, ecc.). In altre parole, il nostro corpo è mappato nel sistema corticale come una moltitudine di possibilità per l'azione.

Questa mappa motoria corticale fa sì che l'esecuzione e il controllo dell'azione siano possibili. Qualunque tipo di informazione propriocettiva non specifica nulla circa il contenuto delle nostre possibilità motorie così come sono mappate dal sistema motorio per ogni parte corporea. In effetti, la rappresentazione propriocettiva delle posizioni degli arti e della configurazione delle parti del corpo ci può fornire informazioni on-line circa lo stato e i movimenti del nostro corpo. Tuttavia, né ci dice cosa il corpo veramente può fare, né cosa sta facendo in termini di specifici atti motori finalizzati di una parte del corpo. La propriocezione, al massimo, "sa" dei movimenti (e.g. lunghezza dei muscoli, rigidità, etc.). Solo il sistema motorio "sa" circa gli scopi motori dei movimenti. Riconsideriamo l'esempio citato sopra di una mano che afferra una tazza di caffè. Nessuna descrizione propriocettiva delle possibili configurazioni della mano richieste da un tale atto motorio ci potrebbe *per sé* dare qualche informazione sulla relazione di quelle configurazioni con lo scopo dello stesso atto.

Al livello di descrizione personale sembra molto difficile resistere alla tentazione di considerare la propriocezione come il marchio della consapevolezza corporea di sé. Tuttavia, pur non assumendo una corrispondenza uno-a-uno tra i livelli sub-personale e personale di descrizione, riteniamo che tale tentazione debba essere evitata. Infatti, a livello della primaria consapevolezza corporea di sé, ciò di cui il nostro corpo è primariamente consapevole sono le sue possibilità motorie per l'azione, e non le descrizioni propriocettive delle sue configurazioni, grossolanamente poco determinate e aspecifiche, che potrebbero accompagnare, ma mai specificare, un certo atto motorio.

Quando muoviamo la nostra mano verso un oggetto, siamo innanzitutto consapevoli della nostra mano come mano che raggiunge per afferrare. La consapevolezza propriocettiva della nostra mano, come mano che si muove, e delle sue dita ci può essere d'aiuto durante il controllo on-line dell'esecuzione del movimento. Sebbene tale consapevolezza propriocettiva possa aggiornare la nostra consapevolezza corporea, tuttavia non è di per sé sufficiente a generare la consapevolezza corporea di sé. Diversamente da quanto molti autori, come Bermudez (1995) o Gallagher (2003) sostengono, la consapevolezza della configurazione e dello spostamento delle nostre dita non può essere assunta come un esempio paradigmatico del fatto che la consapevolezza corporea rimane in secondo piano, ai margini dell'attenzione (O'Shaughnessy 1995), perché essa non rappresenta una parte costitutiva del contenuto primario della coscienza corporea. La vera "eccentricità" (Dokic 2003) o "eccedenza" (Gallagher 2004) della consapevolezza corporea riguarda, prima di tutto, e soprattutto, il fatto che il corpo ci è dato primariamente come una molteplicità di possibilità per l'azione, così come specificate dal nostro sistema motorio.

Il punto cruciale è che questo vale non solo per l'esecuzione dell'azione, ma anche per la percezione degli oggetti, come evidenziato dalla precedente analisi delle affordances. Come si potrebbe spiegare in termini di consapevolezza propriocettiva la consapevolezza del corpo di cui facciamo esperienza ogni volta che siamo richiamati dalle caratteristiche che un oggetto offre per l'interazione? Mentre percepiamo il manico di una tazza come afferrabile, contemporaneamente siamo consapevoli del nostro corpo come corpo che può afferrarla. Naturalmente, questo genere di consapevolezza corporea è, per sua natura, non-concettuale e non-riflessiva. Essa differisce completamente e non è affatto riconducibile a qualsiasi forma di consapevolezza propriocettiva, inclusa quella cinestesica. Di qualsiasi aggiustamento posturale o mero movimento possiamo fare esperienza mentre percepiamo un oggetto afferrabile, esso non ci fornirà la primaria consapevolezza del nostro corpo come quel corpo che costitutivamente è parte della relazione di interazione con l'oggetto.

Un ulteriore argomento a favore della nostra affermazione circa il primato della potenzialità d'azione nel dare fondamento alla consapevolezza di sé corporea deriva dalla sua natura spaziale. La maggior parte dei filosofi e psicologi che si occupano di consapevolezza corporea di sé hanno enfatizzato con grande convinzione che il suo aspetto caratterizzante vada cercato nella spazialità del suo contenuto (vedi, per esempio, Brewer 1995; Martin 1995; Bermúdez 1998, 2002, 2004, 2006; Gallagher 2003). Sebbene tale aspetto sia stato concepito in diversi modi, talora in conflitto, sembra esserci un accordo unanime relativamente alla nozione che la spazialità della consapevolezza corporea di sé abbia primariamente a che fare con lo spazio corporeo in quanto esperito propriocettivamente. Tuttavia, la ricerca neuroscientifica interessata all'attività cerebrale coinvolta nella codifica dello spazio, come pure una fenomenologia dell'esperienza dello spazio meno ingenua, evidenziano entrambe che lo spazio corporeo ci è dato fondamentalmente e costitutivamente come orizzonte delle nostre possibilità motorie.

La distinzione tra spazio personale, peri-personale e extra-personale è cruciale a questo riguardo. Lo spazio personale classicamente è stato considerato come lo spazio cutaneo, mentre quelli peri-personale ed extra-personale sono stati intesi come, rispettivamente, immediatamente all'interno e all'esterno dello spazio raggiungibile (Rizzolatti e coll. 1997). Attualmente ci sono numerose evidenze che lo spazio effettivo del nostro corpo eccede i confini cutanei, per comprendere tutto ciò che letteralmente è a portata di mano. In effetti, molti studi neurofisiologici e neuropsicologici hanno dimostrato che lo spazio peri-personale non è solo multisensoriale (i.e. basato sull'integrazione di informazioni visive, tattili, uditive e propriocettive), ma è anche centrato sul corpo (i.e. codificato secondo coordinate somatiche), e, ancor prima di tutto questo, è per natura

motorio (Gallese e Sinigaglia, 2010). Una trattazione in dettaglio di questi studi va oltre gli obiettivi del presente capitolo. Ciononostante, qui vale la pena menzionare che le registrazioni di singoli neuroni dalla corteccia premotoria (area F4, Gentilucci e coll. 1988; Fogassi e coll. 1992, 1996; Graziano e coll. 1994) e del lobulo parietale inferiore (area VIP, Colby e coll. 1993; Duhamel e coll. 1998) del cervello di macaco hanno dimostrato che lo spazio peri-personale è codificato principalmente da neuroni bimodali visuo-tattili, i cui campi recettivi visivi (vRFs) sono in registro con i corrispondenti campi recettivi tattili, poiché sono ancorati a diverse parti del corpo (Graziano e coll. 1997). Molti neuroni bimodali in F4 scaricano in associazione a movimenti di raggiungimento del braccio (Gentilucci e coll. 1988), il che suggerisce che essi codifichino lo spazio circostante come spazio raggiungibile, dunque, in termini motori. Per quanto concerne i neuroni visuo-tattili parietali, si è visto che i loro campi recettivi visivi possono essere modificati dall'esecuzione di azioni utilizzando degli utensili (Iriki e coll. 1996; Ishibashi e coll. 2000). Dopo alcuni minuti di utilizzo dell'utensile (i.e., un rastrello), i campi recettivi visivi localizzati attorno al braccio si estendono fino a includere l'utensile, come se il secondo venisse incorporato nel primo. Quando la scimmia smette di usare l'utensile, i campi recettivi visivi riacquistano la loro precedente estensione, anche se l'animale continua a tenerlo in mano.

Che lo spazio peri-personale sia dipendente dall'azione è stato dimostrato anche negli esseri umani sani (Maravita e coll. 2002; Serino e coll. 2007) ed in pazienti con lesioni cerebrali. Studi di bisezione delle linee in pazienti con neglect selettivo per lo spazio vicino (o lontano) al proprio corpo evidenziano che l'utilizzo di utensili può ridurre o estendere il neglect, a seconda della posizione della linea da bisecare (all'interno o all'esterno dello spazio raggiungibile con la mano) rispetto all'utilizzo dell'utensile stesso (Berti e Frassinetti 2000; Pegna e coll. 2001; Ackroyd e coll. 2002; Neppi-Modona e coll. 2007). Una rimappatura dinamica dello spazio è stata osservata anche in pazienti con estinzione visuo-tattile selettivamente confinata allo spazio contiguo a una mano. La gravità dell'estinzione può essere modificata mediante l'utilizzo di un utensile, che estenda la portata del raggiungimento dell'azione della mano (Farne e Ladavas 2000; Maravita e coll. 2001; Farne e coll. 2005).

Nel complesso, queste scoperte indicano con chiarezza che lo spazio personale è uno spazio corporeo caratterizzato da una plasticità dinamica che dipende dall'azione (Gallese e Sinigaglia, 2010). La concezione dello spazio corporeo esclusivamente o primariamente come spazio propriocettivo non riesce a dar conto di tale plasticità. Di nuovo: con ciò non si intende negare che la propriocezione possa rivestire un ruolo cruciale nel monitoraggio delle diverse parti del corpo. Tuttavia, il problema è che la relazione tra azione e spazio corporeo è di gran lunga più stretta e profonda di quanto non sia stato tradizionalmente riconosciuto. Tale relazione non può essere confinata soltanto alla codifica delle informazioni propriocettive necessarie per l'effettiva esecuzione di un'azione, ma include la relazione con lo scopo motorio che caratterizza un'azione elementare in quanto tale, rendendola diversa da ogni altra azione (Rizzolatti e Sinigaglia 2007).

Merleau-Ponty, forse meglio di chiunque altro, ha messo in luce che lo spazio corporeo è per sua natura intrinsecamente legato all'intenzionalità motoria. Egli ha scritto che la consapevolezza corporea "non è una mera copia né una consapevolezza generale dell'esistenza delle parti del corpo", piuttosto "è l'integrazione attiva di queste ultime, esclusivamente in rapporto al valore che rivestono per i progetti dell'organismo" In altre parole, questo "significa che il mio corpo mi appare per la sua attitudine verso compiti reali o possibili. E, in effetti, la sua spazialità non è, parimenti a quella degli oggetti esterni o

delle 'sensazioni di spazio' una *spazialità di posizione*, ma una *spazialità di situazione*' (Merleau-Ponty, 1962, p.100).

Tale *spazialità di situazione* di recente è stata indagata empiricamente da Costantini e coll. (2010). Il quesito sperimentale era se e fino a che punto la codifica efficace delle affordances di un oggetto possa dipendere dalla sua posizione nello spazio. I partecipanti dovevano eseguire un movimento di afferramento alla comparsa di un segnale di "via", irrilevante rispetto al compito (i.e. una tazza col manico, appoggiata su un tavolo). Il manico della tazza forniva una possibilità di interazione (affordance), che poteva essere o no congruente con l'azione richiesta dal compito (a seconda dell'orientamento del manico). Il fattore più importante è che la tazza poteva essere posizionata o all'interno o all'esterno dello spazio effettivamente raggiungibile dal partecipante. I risultati hanno rivelato che la congruenza tra la posizione del manico della tazza (a destra o a sinistra) e la mano di risposta (destra o sinistra) facilitava l'esecuzione dell'atto di raggiungere per afferrare solo quando la tazza veniva presentata all'interno dello spazio raggiungibile dal partecipante, per cui si presentava come a portata di mano. Poiché la relazione in cui l'affordance può emergere si radica nella corrispondenza reciproca tra le caratteristiche dell'oggetto e le abilità motorie dell'individuo, questi dati dimostrano che lo spazio del corpo, in quanto spazio raggiungibile, sebbene non sia costitutivo della peculiarità di tale relazione, la rende possibile. Ciò è dovuto al fatto che lo spazio del corpo e la relazione che permette l'affordance hanno in comune la stessa natura motoria, cioè, il riferimento al medesimo corpo come potenzialità per l'azione.

V. Neuroni specchio e sé corporeo

Pensare al sé corporeo in termini di una molteplicità di possibilità motorie risulta ancor più interessante quando lo si pensa come sé interpersonale (Neisser 1988). Ci sono molte evidenze a favore dell'idea che le nostre interazioni con gli altri si radichino primariamente nelle nostre possibilità motorie, così come sono istanziate dal sistema motorio. RegISTRAZIONI da singoli neuroni nella corteccia premotoria ventrale (area F5) del macaco hanno rivelato l'esistenza di una popolazione di neuroni motori (neuroni specchio) che scaricano sia durante l'esecuzione che l'osservazione di un movimento finalizzato (Gallese e coll. 1996; Rizzolatti e coll. 1996). Successivi esperimenti hanno condotto alla scoperta di neuroni con proprietà simili in settori (area PF/PFG) del lobulo parietale inferiore (Gallese e coll. 2002; Fogassi e coll. 2005; Nelissen e coll. 2005; Rozzi e coll. 2008; Bonini e coll. 2010) connessi reciprocamente con l'area F5 (Rizzolatti & Luppino 2001; Rozzi e coll. 2006).

Ci sono prove solide a favore del fatto che il mappaggio diretto sensori-motorio reso possibile dai neuroni specchio vada ben oltre le caratteristiche cinematiche del movimento, poiché esso riguarda lo scopo dell'azione, condiviso dall'atto motorio eseguito e da quello di qualcun altro, anche se parzialmente oscurato (Umiltà e coll. 2001) o solo ascoltato (Kohler e coll., 2002). Risultati ottenuti da studi fMRI evidenziano che le aree parietali posteriori e premotorie ventrali si attivano anche nell'uomo durante l'osservazione di atti motori finalizzati o durante l'ascolto dei suoni prodotti dalle azioni (vedi Rizzolatti e Sinigaglia 2010). Una proprietà funzionale analoga è stata osservata in pazienti affetti da cecità congenita (Ricciardi e coll. 2009).

Studi neurofisiologici nella scimmia (Fogassi e coll. 2005; Bonini e coll. 2010) e nell'uomo (Iacoboni e coll. 2005; Cattaneo e coll. 2007) hanno dimostrato che i meccanismi di rispecchiamento possono anche mappare le intenzioni motorie di base.

Questo livello superiore di rappresentazione motoria contribuisce non solo all'esecuzione, ma anche al riconoscimento (nel dominio della percezione) di una sequenza di atti motori concatenati al fine di realizzare una certa intenzione motoria. Il problema di tradurre l'informazione sensoriale relativa ai movimenti del corpo altrui in qualcosa che l'osservatore sia in grado di comprendere come parte di un atto motorio, eseguito con una intenzione motoria specifica, può essere risolto in modo efficace e parsimonioso grazie a un meccanismo neurale – il meccanismo di rispecchiamento – che mappa direttamente i comportamenti motori osservati sulle azioni potenziali dell'osservatore. In virtù di questo mappaggio, l'osservatore è immediatamente in sintonia con i comportamenti motori che osserva negli altri, comprendendone scopi e intenzioni motorie come fossero i propri scopi e intenzioni motorie (Gallese e Sinigaglia 2010).

I meccanismi di rispecchiamento sottolineano quanto le nostre possibilità motorie plasmino il nostro essere in relazione con gli altri, almeno a un livello elementare (Sinigaglia 2009). In effetti, evidenze recenti mostrano che l'inizio della scarica dei neuroni specchio durante l'osservazione dell'azione correla con le competenze motorie della scimmia (Rochat e coll. 2010). Analogamente, gli studi di neuroimmagini nell'uomo dimostrano che più il nostro repertorio motorio è ricco, più precisa è la nostra sintonizzazione con gli altri (Calvo-Merino e coll. 2005, 2006; Cross e coll. 2006; Haslinger e coll. 2006; Aglioti e coll. 2008). In altre parole, la vastità e la raffinatezza delle nostre possibilità di azione influenza la natura e la varietà della nostra capacità di attribuire senso all'agire altrui.

Nella sezione precedente abbiamo sottolineato la dipendenza dello spazio peri-personale dall'azione, mostrando che la sua estensione è determinata da e riflette le nostre possibilità di azione. Proprio le stesse possibilità di azione modulano la scarica dei neuroni specchio nell'area F5 durante l'osservazione dell'azione altrui (Caggiano e coll. 2009). Questo studio ha dimostrato che circa la metà dei neuroni specchio registrati rispondeva all'osservazione dell'azione solo quando l'agente osservato agiva all'interno, o all'esterno dello spazio peri-personale della scimmia. E' ancor più interessante il fatto che tale modulazione non riflettesse semplicemente la distanza fisica tra l'agente e l'osservatore. Una buona parte dei neuroni specchio che non rispondevano alle azioni di afferramento dello sperimentatore effettuate vicino alla scimmia, ricominciavano a scaricare quando una barriera trasparente veniva interposta tra l'oggetto bersaglio dell'azione e la scimmia che osservava. Bloccare la potenzialità della scimmia di agire sul bersaglio dell'azione altrui fa rimappare la posizione spaziale dell'agente osservato secondo un sistema di coordinate che sono dettate da ed esprimono le possibilità relazionali della scimmia per un'inter-azione.

Nella discussione della rilevanza funzionale del meccanismo di rispecchiamento è stato molto enfatizzato il suo ruolo nel mappare il comportamento motorio degli altri sulle rappresentazioni motorie degli osservatori, rendendo possibile la comprensione dell'azione. Si potrebbe argomentare che il meccanismo di rispecchiamento sia completamente estraneo al problema del riferimento a sé o agli altri (vedi, per esempio, Pacherie e Dokic 2006). Il riferimento a sé può avvenire a diversi livelli. Di recente è stato dimostrato che l'intensità della scarica dei neuroni specchio nell'area F5 è significativamente più forte durante l'esecuzione dell'azione, che non durante l'osservazione (Rochat e coll. 2010). Inoltre, non bisognerebbe mai dimenticare che la scarica dei neuroni specchio durante l'osservazione dell'azione di solito avviene in parallelo con una corretta attribuzione all'altro della stessa azione osservata.

Ipotizziamo che il meccanismo di rispecchiamento, per la sua proprietà di mappare l'azione, possa contribuire anche al nostro implicito senso corporeo del sé. In altre parole, è probabile che esso contribuisca a una primitiva consapevolezza corporea di sé, che precede e sta al di sotto di qualsiasi consapevolezza riflessiva di sé, come qualunque senso di agentività e di appartenenza a sé del proprio corpo (Gallese e Sinigaglia 2010). Tale consapevolezza primitiva di sé ci rende immediatamente consapevoli del nostro corpo come molteplicità di possibilità motorie, che sono proprio le nostre, e che distinguono il nostro corpo da quelli altrui, con le loro proprie possibilità motorie. Mentre risuoniamo con i corpi in movimento degli altri, noi siamo consapevoli delle nostre possibilità motorie in quanto *nostre* e delle possibilità motorie degli altri come *loro proprie*. Quindi, il sistema motorio ci fornisce contemporaneamente un terreno comune e un criterio per distinguere la consapevolezza di sé da quella degli altri. Le interazioni sé-altro sono plasmate e condizionate dal corpo stesso e dai vincoli ambientali in cui esso opera. In effetti, noi non facciamo esperienza di noi stessi come sé corporei, senza condividere un orizzonte comune di intenzionalità motoria. Prima di qualsiasi esplicito riconoscimento riflessivo di sé, in quanto autori delle nostre azioni e/o possessori del nostro corpo, c'è un senso di sé come sé corporeo che, per il fatto di essere intrinsecamente una molteplicità di possibilità motorie, si ritrova ad avere a che fare attivamente con altri sé corporei, plasmando contemporaneamente le esperienze corporee proprie ed altrui.

Bisogna aggiungere che la stessa logica si applica al dominio delle emozioni e delle sensazioni. Studi di neuroimmagini dimostrano che ogni volta che assistiamo ad emozioni o sensazioni esperite da altri, in certe regioni del nostro cervello si osserva un'attività di rispecchiamento. Lo stesso settore dell'insula anteriore che è coinvolto durante l'esperienza in prima persona del disgusto, si attiva anche quando vediamo l'espressione facciale del disgusto espressa da un altro individuo (Wicker e coll. 2003). Analogamente, le regioni corticali implicate nelle percezioni somatosensoriali, e attive quando una nostra parte del corpo viene toccata, rispondono anche all'osservazione del tocco di parti del corpo di un altro individuo (Keysers e coll. 2004; Blakemore e coll. 2005; Ebisch e coll. 2008). Tale condivisione, però, è solo parziale. Altre regioni corticali sono coinvolte esclusivamente durante l'esperienza delle proprie emozioni e non di quelle altrui (Jabbi e coll. 2008), o risultano attive durante l'esperienza diretta di essere toccati, ma significativamente deattivate durante l'osservazione della stessa stimolazione tattile applicata al corpo altrui (Ebisch e coll. 2010).

Gli studi neuroscientifici dimostrano che la nostra consapevolezza corporea non solo plasma la consapevolezza primaria ed elementare di noi stessi, ma anche la consapevolezza che abbiamo degli altri *in quanto altri sé corporei*. I neuroni specchio e gli altri meccanismi di rispecchiamento del nostro cervello danno un fondamento all'emergenza di un elementare senso di sé e degli altri, perché riflettono il legame intrinseco tra appartenenza e alterità che caratterizza la nostra esperienza di sé corporei che agiscono e percepiscono sensazioni. Nella nostra specie l'alterità corporea sembra influenzare il modo in cui il nostro sistema motorio guida le nostre interazioni col mondo molto precocemente, di fatto ben prima della nascita. Da uno studio recente (Castiello e coll. 2010) è emerso che feti gemelli già alla quattordicesima settimana di gestazione mostrano movimenti degli arti superiori caratterizzati da diversi profili cinematici, a seconda che questi siano diretti verso il proprio corpo o verso quello dell'altro gemello. Inoltre, tra la quattordicesima e la diciottesima settimana di gestazione la percentuale di movimenti diretti verso il proprio corpo si riduce, mentre aumentano i movimenti diretti verso l'altro feto gemello. Ciò dimostra chiaramente che il sistema motorio dell'uomo, ben prima della nascita, manifesta già quelle proprietà funzionali che rendono possibili le interazioni sociali, e che queste interazioni si esprimono nel rispetto delle diverse

possibilità motorie. Questo suggerisce che l'origine di ciò che Neisser (1988) ha definito *sé interpersonale* inizia già prima della nascita. Quando il contesto lo permette, come nel caso di una gravidanza gemellare, l'alterità corporea viene mappata sulle proprie possibilità motorie, analogamente alle interazioni sociali elementari che hanno luogo dopo la nascita.

VI. Conclusioni

In questo capitolo abbiamo affrontato la questione della consapevolezza corporea di sé, in quanto "forma di consapevolezza di sé abbastanza primitiva da non dipendere da una coscienza di sé più elementare" (Bermúdez, 1995, p. 153). Abbiamo contrastato ciò che normalmente viene dato per scontato, cioè, che la coscienza corporea di base di sé abbia a che fare primariamente o esclusivamente con la propriocezione, qualsivoglia sia il senso che si può dare a questo termine. Infatti, né la più ristretta né la più ampia accezione di propriocezione permettono di tener conto sia del contenuto fenomenologico della nostra consapevolezza corporea, né dei suoi correlati neurali.

Abbiamo proposto di prendere seriamente in considerazione l'indagine della consapevolezza corporea di sé per come si costituisce nella relazione pragmatica espressa dal concetto di *affordance*. Abbiamo mostrato che questo genere di relazione fornisce un modo primario di relazione col mondo. Quando percepiamo un'*affordance*, prendiamo consapevolezza del nostro corpo come molteplicità di possibilità motorie, evocate dalle caratteristiche che l'oggetto e/o la situazione offrono per l'interazione. Abbiamo argomentato che la consapevolezza corporea di sé, in quanto consapevolezza di una molteplicità di possibilità motorie, non può essere ridotta ad alcuna forma di consapevolezza propriocettiva. Inoltre, la natura motoria di questo genere di consapevolezza di sé rende conto pienamente dello spazio corporeo. Molti autori hanno enfatizzato il fatto che a rendere veramente speciale la consapevolezza corporea di sé è il suo contenuto spaziale. Diversamente dalla maggior parte di loro, tuttavia, abbiamo mostrato che tale contenuto spaziale non può essere confinato entro la nostra superficie cutanea, ma deve essere concepito come un insieme dinamico delle nostre possibilità motorie.

Infine, pensiamo che uno degli aspetti più interessanti della nostra proposta sia che la consapevolezza corporea di sé, intesa come molteplicità di possibilità motorie, ci fornisce contemporaneamente un terreno comune per la consapevolezza di sé e degli altri, e al tempo stesso anche un criterio per distinguerle, almeno a un livello di base. La scoperta del meccanismo di rispecchiamento per l'azione indica che le stesse possibilità motorie che forgianno il nostro sé corporeo ci rendono consapevoli anche del sé corporeo altrui, in quanto le altrui possibilità motorie possono essere mappate sulle nostre. Evidenziando le radici motorie della consapevolezza corporea del nostro sé, e del sé corporeo degli altri, riteniamo non solo di aver individuato un modo elementare grazie al quale ci rappresentiamo a noi stessi come sé corporei, ma anche di aver aperto la strada per un processo di decostruzione generale di quei livelli diversi tipicamente ritenuti il nocciolo del nostro pieno senso di sé e degli altri. Tale decostruzione sarà l'obbiettivo delle nostre future ricerche teoriche ed empiriche.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato finanziato in parte dal MIUR (Ministero Italiano dell'Università e della Ricerca), dalla Fondazione San Paolo, e dai finanziamenti Europei DISCOS, ROSSI, e TESIS.

Bibliografia

- Ackroyd, K., Riddoch, M.J., Humphreys, G.W., Nightingale, S. & Townsend, S. (2002), 'Widening the sphere of influence: using a tool to extend extrapersonal visual space in a patient with severe neglect', *Neurocase*, **8**, pp. 1-12.
- Aglioti, S.M., Cesari, P., Romani, M. & Urgesi C. (2008) 'Action anticipation and motor resonance in elite basketball players', *Nature Neuroscience*, **11** (9), pp. 109-116.
- Bayne, T. & Levy, N. (2006), 'The Feeling of Doing: Deconstructing the Phenomenology of Agency', in N. Sebanz & W. Prinz (eds.), *Disorders of Volition* (Cambridge, MA: MIT Press), pp. 49-68.
- Bermúdez, J.-L. (1995), 'Ecological Perception and the Notion of a Nonconceptual Point of View', in J.-L. Bermúdez, A. Marcel & N. Eilan (eds), *The Body and the Self* (Cambridge, MA: MIT Press), pp. 153-173.
- Bermúdez, J.-L. (1998), *The Paradox of Self-Consciousness* (Cambridge, MA: MIT Press).
- Bermúdez, J.-L. (2002), 'Sources of Self-consciousness', *Proceedings of the Aristotelian Society*, **102**, pp. 87-107.
- Bermúdez, J.-L. (2004), 'The Phenomenology of Bodily Awareness', *Theoria et Historia Scientiarum: Internation Journal for Interdisciplinary Studies*, **7**, pp. 43-52.
- Bermúdez, J.-L. (2006), 'The Phenomenology of Bodily Awareness', in L. Thomasson & D.W. Smith *Phenomenology and Philosophy of Mind* (Oxford: Oxford University Press), pp. 259-317.
- Bermúdez, J.-L., Marcel A., and Eilan, N. (1995) *The Body and the Self* (Cambridge, MA: MIT Press).
- Berti, A. & Frassinetti, F. (2000), 'When far becomes near: Remapping of space by tool use', *Journal of Cognitive Neuroscience* **12**, pp. 415-420.
- Blakemore, S.-J., Bristow, D., Bird, G., Frith, C. & Ward, J. (2005), 'Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision–touch synaesthesia', *Brain*, **128**, 1571-1583.
- Bonini, L., Rozzi, S., Serventi, F.U., Simone, L., Ferrari, P.F. & Fogassi L. (2010), 'Ventral premotor and inferior parietal cortices make distinct contribution to action organization and intention understanding', *Cerebral Cortex*, **20**, pp. 1372-1385.
- Brewer, B. (1995), 'Bodily awareness and the self', in J.-L. Bermúdez, A. Marcel & N. Eilan (eds), *The Body and the Self* (Cambridge, Mass: MIT Press), pp. 291-309.
- Buccino, G., Sato, M., Cattaneo, L., Roda, F. & Riggio, L. (2009), 'Broken affordances, broken objects: a TMS study', *Neuropsychologia*, **47**, pp. 3074-3078
- Butterworth, G. (1995), 'An Ecological perspective on the origin of self', in J.-L. Bermúdez, A. Marcel & N. Eilan (eds), *The Body and the Self* (Cambridge, Mass: MIT Press), pp. 87-105.
- Caggiano, V., Fogassi, L., Rizzolatti, G., Thier, P. & Casile, A. (2009), 'Mirror neurons differentially encode the peripersonal and extrapersonal space of monkeys', *Science*, **324**, pp. 403-406.
- Calvo-Merino, B., Glaser, D.E, Grezes, J., Passingham, R.E. & Haggard, P. (2005), 'Action observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers', *Cerebral Cortex*, **15**, pp. 1243-1249.
- Calvo-Merino, B., Grèzes, J., Glaser, D.E., Passingham, R.E. & Haggard, P. (2006), 'Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation', *Current Biology*, **16**(19), pp. 1905-1910.
- Castiello, U., Becchio, C., Zoia, S., Nelini, C., Sartori, L., Blason, L., D'Ottavio, G., Bulgheroni, M., & Gallese V. (2010), 'Wired to be social: The ontogeny of human interaction', *PLoS ONE*, **5** (10), e13199.

- Cattaneo, L., Fabbi-Destro, M., Boria, S., Pieraccini, C., Monti, A., Cossu, G., & Rizzolatti, G. (2008), 'Impairment of actions chains in autism and its possible role in intention understanding', *Proceedings of The National Academy of Sciences*, **104**, pp. 17825-17830.
- Chao, L.L. & Martin, A. (2000), 'Representation of manipulable man-made objects in the dorsal stream', *Neuroimage*, **12**, pp. 478-484.
- Chemero, A. (2009), *Radical Embodied Cognitive Science*. MIT Press, Cambridge Ma.
- Chemero, A. (2003), 'An outline of a theory of affordances', *Ecological Psychology*, **15**, pp. 181-195.
- Chemero, A. (2001), 'What we perceive when we perceive affordances: Commentary on Michaels "Information, Perception, and Action"', *Ecological Psychology*, **13**, pp. 111-116.
- Colby, C. L., Duhamel, J.-R., & Goldberg, M.E. (1993), 'Ventral intraparietal area of the macaque: anatomic location and visual response properties', *Journal of Neurophysiology*, **69**, pp. 902-914.
- Costantini M. & Sinigaglia, C. (in press), 'Grasping affordance: A window onto social cognition', in Seemann, A. (ed.), *Joint Attention: New Developments* (Cambridge MA: MIT Press).
- Costantini, M., Ambrosini, E., Tieri, G., Sinigaglia, C. & Committeri, G. (2010), 'Where does an object trigger an action? An investigation about affordances in space', *Experimental Brain Research* DOI 10.1007/s00221-010-2435-8.
- Craighero, L., Fadiga, L., Rizzolatti, G. & Umiltà, C. (1999), 'Action for perception: a motor-visual attentional effect', *Journal of Experimental Psychology and Human Perceptual Performance*, **25**, pp.1673-1692.
- Cross, E.S., Hamilton, A.F. & Grafton, S.T. (2006), 'Building a motor simulation de novo: Observation of dance by dancers', *Neuroimage*, **31** (3), pp. 1257-1267.
- Dokic, J. (2003), 'The sense of ownership: An analogy between sensation and action, in J. Roessler and N. Eilan (eds), *Agency and Self-Awareness* (Oxford: Oxford University Press), pp. 321-344.
- Ebisch, S.J.H., Perrucci, M.G., Ferretti, A., Del Gratta, C., Romani, G.L., & Gallese, V. (2008), 'The sense of touch: embodied simulation in a visuo-tactile mirroring mechanism for the sight of any touch', *Journal of Cognitive Neuroscience*, **20**, pp. 1611-1623.
- Ebisch, S.J.H., Ferri, F., Salone, A., d'Amico, L., Perrucci, M.G., Ferro, F.M., Romani, G.L., & Gallese V. (2010), 'Differential involvement of somatosensory and interoceptive cortices during the observation of affective touch', *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2010 Jul 28. [Epub ahead of print].
- Eilan, N. (1995), 'Consciousness and the self', in J.-L. Bermúdez, A. Marcel & N. Eilan (eds), *The Body and the Self* (Cambridge, Mass: MIT Press), pp. 291-310.
- Eilan N., A. Marcel & J.-L. Bermúdez (1995), 'Self-consciousness and the body', in J.-L. Bermúdez, A. Marcel & N. Eilan (eds), *The Body and the Self* (Cambridge, Mass: MIT Press), pp. 1-28.
- Ellis, R., Tucker, M. (2000), 'Micro-affordance: the potentiation of components of action by seen objects', *British Journal of Psychology*, **91**, (Pt 4), pp. 451-471.
- Farnè, A. & Làdavas, E. (2000), 'Dynamic size-change of hand peripersonal space following tool use', *Neuroreport*, **11**, pp. 1645-1649.
- Farné, A., Iriki, A. & Làdavas, E. (2005) 'Shaping multisensory action-space with tools: Evidence from patients with cross-modal extinction', *Neuropsychologia*, **43**, pp. 238-248.

- Fogassi, L., Gallese V., di Pellegrino, G., Fadiga, L., Gentilucci, M., Luppino, G., Matelli, M., Pedotti, A. & Rizzolatti, G. (1992), 'Space coding by premotor cortex', *Experimental Brain Research*, **89**, pp. 686-690.
- Fogassi, L., Gallese, V., Fadiga, L., Luppino, G., Matelli, M. & Rizzolatti, G. (1996), 'Coding of peripersonal space in inferior premotor cortex (area F4)', *Journal of Neurophysiology*, **76**, pp. 141-157.
- Fogassi, L., Ferrari, P.F., Gesierich, B., Rozzi, S., Chersi, F., & Rizzolatti, G. (2005), 'Parietal lobe: From action organization to intention understanding', *Science*, **302**, pp. 662-667.
- Gallagher, S. (2000), 'Philosophical Conceptions of the Self: Implications for Cognitive Science'. *Trends in Cognitive Sciences*, **4**, pp. 14-21.
- Gallagher, S. (2003), 'Bodily Self-awareness and Object Perception', *Theoria et Historia Scientiarum: International Journal for Interdisciplinary Studies*, **7**, pp. 53-68.
- Gallagher, S. & Shear, J. (eds.) (1998), *Models of the Self*. (Imprint Academic:Thorverton).
- Gallagher, S. & Zahavi, D. (2005), 'Phenomenological Approaches to Self-consciousness', *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.
- Gallagher, S. & Zahavi, D. (2008), *The Phenomenological Mind. An Introduction to Philosophy of Mind and Cognitive Science* (Routledge, London).
- Gallese, V. (2000), 'The inner sense of action: agency and motor representations', *Journal of Consciousness Studies*, **7**, pp. 23-40.
- Gallese, V. & Sinigaglia, C. (2010), 'The bodily self as power for action', *Neuropsychologia*, **48**, pp. 746-755.
- Gallese, V. & Sinigaglia, C. (in press), 'Cognition in action. A new look at the cortical motor system', in J. Metcalfe & H. Terrace (eds.), *Joint Attention and Agency* (Oxford: Oxford University Press).
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L. & Rizzolatti, G. (1996), 'Action recognition in the premotor cortex', *Brain*, **119**, pp. 593-609.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (2002) 'Action representation and the inferior parietal lobule. In Prinz, W., & Hommel, B. (eds.) *Common Mechanisms in Perception and Action: Attention and Performance, Vol. XIX*. Oxford: Oxford University Press, 247-266.
- Gentilucci, M., Fogassi, L., Luppino, G., Matelli, M., Camarda, R. & Rizzolatti, G. (1988). 'Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey: I. Somatotopy and the control of proximal movements', *Experimental Brain Research*, **71**, pp. 475-490.
- Gibson, J.J (1979), *The Ecological Approach to Visual Perception* (Houghton-Mifflin, Boston).
- Graziano, M.S.A., Yap, G.S. & Gross, C.G. (1994), 'Coding of visual space by premotor neurons', *Science*, **266**, pp. 1054-1057.
- Graziano, M.S.A., Hu, X. & Gross, C.G. (1997), 'Visuo-spatial properties of ventral premotor cortex', *Journal of Neurophysiology*, **77**, pp. 2268-2292.
- Grezes, J., Tucker, M., Armony, J., Ellis, R., Passingham, R.E. (2003), 'Objects automatically potentiate action: an fMRI study of implicit processing', *European Journal of Neuroscience*, **17**, pp. 2735-2740
- Haslinger, B., Erhard, P., Altenmüller, E., Schroeder, U., Boecker, H. & Ceballos-Baumann, A.O. (2006), 'Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists', *Journal of Cognitive Neuroscience*, **17**, pp. 282-93.
- Hurley, S. (1998), *Consciousness in Action* (Cambridge, MA: Harvard University Press).
- Iacoboni, M., Molnar-Szakacs, I., Gallese, V., Buccino, G., Mazziotta, J., & Rizzolatti, G. (2005), 'Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system',

PLOS Biology, **3**, pp. 529-535.

- Iriki, A., Tanaka, M. & Iwamura, Y. (1996), 'Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones', *Neuroreport*, **7**, pp. 2325-2330.
- Ishibashi, H., Hihara, S. & Iriki, A. (2000), 'Acquisition and development of monkey tool-use: behavioral and kinematic analyses'. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, **78**, pp. 958-66.
- Jabbi, M., Bastiaansen, J. & Keysers C. (2008), 'A common anterior insula representation of disgust observation, experience and imagination shows divergent functional connectivity pathways', *PLoS ONE*, **13**;3(8), e2939.
- Jeannerod, M., Arbib, M.A., Rizzolatti, G. & Sakata, H. (1995), 'Grasping objects: the cortical mechanisms of visuomotor transformation'. *Trends in Neuroscience*, **18**, pp. 314-320.
- Kandel E., Schwartz J., and Jessell T. (eds.) (2000) *Principles of Neuroscience*, 4th Edition. (McGraw-Hill Medical).
- Keysers, C., Wickers, B., Gazzola, V., Anton, J-L., Fogassi, L., & Gallese, V. (2004), 'A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch', *Neuron*, **42**, pp. 1-20.
- Kohler, E., Keysers, C., Umiltà, M.A., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2002), 'Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons', *Science*, **297**, pp. 846-848.
- Legrand, D. (2006), 'The bodily self: The sensori-motor roots of pre-reflective self-consciousness', *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, **5**, pp. 89-118.
- Legrand, D. (2007), 'Pre-reflective self-as-subject from experiential and empirical perspectives', *Consciousness and Cognition*, **16**, pp. 583-599.
- Lewis, J.W., Breczynski, J.A., Phinney, R.E., Janik, J.J. & DeYoe E.A. (2005), 'Distinct cortical pathways for processing tool versus animal sounds', *Journal of Neuroscience*, **25**, pp. 5148-5158.
- Maravita, A., Husain, M., Clarke, K. & Driver, J. (2001), 'Reaching with a tool extends visual-tactile interactions into far space: evidence from cross-modal extinction', *Neuropsychologia*, **39**, pp. 580-585.
- Maravita, A., Spence, C., Kennet, S. & Driver, J. (2002), 'Tool use changes multimodal spatial interactions between vision and touch in normal humans', *Cognition*, **83**, pp. 25-34.
- Marcel, A. (2003), 'The sense of agency: awareness and ownership of action', in J. Roessler & N. Eilan (eds), *Agency and Self-Awareness* (Oxford: Oxford University Press.) pp. 48–93.
- Martin, M.G.F. (1995), 'Bodily awareness: A sense of ownership', in J.-L. Bermúdez, A. Marcel & N. Eilan (eds), *The Body and the Self* (Cambridge, Mass: MIT Press), pp. 267-289.
- Mele, A. (2002) Agents' Abilities. *Nous*, 37: 447–470.
- Merleau-Ponty, M. (1962), *The Phenomenology of Perception*. Translated by C. Smith. London: Routledge and Kegan Paul.
- Murata, A., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., Raos, V. & Rizzolatti, G. (1997), 'Object representation in the ventral premotor cortex (Area F5) of the monkey', *Journal of Neurophysiology*, **78**, pp. 2226-2230.
- Murata, A., Gallese, V., Luppino, G., Kaseda, M. & Sakata, H. (2000), 'Selectivity for the shape, size and orientation of objects in the hand-manipulation-related neurons in the anterior intraparietal (AIP) area of the macaque', *Journal of Neurophysiology*, **83**, pp. 2580-2601.

- Neisser, U. (1988), 'Five kinds of self-knowledge', *Philosophical Psychology*, **1**, pp. 35-59.
- Neisser, U. (1991), 'Two perceptually given aspects of the self and their development', *Developmental Review*, **11**, pp. 197-209.
- Nelissen, K., Luppino, G., Vanduffel, W., Rizzolatti, G. & Orban, G.A. (2005), 'Observing others: multiple action representation in the frontal lobe', *Science*, **310**, pp. 332-336.
- Neppi-Mòdona, M., Rabuffetti, M., Folegatti, A., Ricci, R., Spinazzola, L., Schiavone, F., Ferrarin, M. & Berti, A. (2007), 'Bisecting lines with different tools in right brain damaged patients: The role of action programming and sensory feedback in modulating spatial remapping', *Cortex*, **43**, pp. 397-410.
- Noë A (2009), *Out of Our Heads. Why You Are not Your Brain, and Other Lessons from Biology of Consciousness* (Hill and Wang, New York).
- Pacherie E., Dokic J. From mirror neuron to joint actions. (2006) *Cognitive Systems Research* 7 101–112.
- Pegna, A.J., Petit, L., Caldara-Schnetzer, A.S., Khateb, A., Annoni, J.M., Sztajzel, R. & Landis, T. (2001), 'So near yet so far: neglect in far or near space depends on tool use'. *Annals of Neurology*, **50**, pp. 820-822.
- O'Shaughnessy, B. (1995), Proprioception and the body image. In J.-L. Bermúdez, A. Marcel & N. Eilan (eds), *The Body and the Self* (Cambridge, Mass: MIT Press), pp. 175-203.
- Raos, V., Umiltà, M.A., Fogassi, L. & Gallese, V. (2006), 'Functional properties of grasping-related neurons in the ventral premotor area F5 of the macaque monkey', *Journal of Neurophysiology*, **95**, pp. 709-729.
- Ricciardi, E., Bonino, D., Sani, L., Vecchi, T., Guazzelli, M., Haxby, J.V., Fadiga & L., Pietrini, P. (2009), 'Do we really need vision? How blind people "see" the actions of others', *Journal Neuroscience*, **29**, pp. 9719-9724.
- Rizzolatti, G. & Luppino, G. (2001), 'The cortical motor system', *Neuron*, **31**, pp. 889-901.
- Rizzolatti, G. & Sinigaglia, C. (2008), *Mirrors in the Brain. How our Minds share Actions and Emotions* (Oxford: Oxford University Press).
- Rizzolatti, G. & Sinigaglia, C. (2010), 'The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations', *Nature Reviews Neuroscience*, **11**, pp. 264-274.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L. & Gallese, V. (2001). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action', *Nature Reviews Neuroscience*, **2**, pp. 661-670.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L. & Gallese, V. (1997), 'The space around us', *Science* **277**, pp. 190-191.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V. & Fogassi, L. (1996), 'Premotor cortex and the recognition of motor actions', *Cognitive Brain Research*, **3**, pp. 131-141.
- Rizzolatti, G., Camarda, R., Fogassi, M., Gentilucci, M., Luppino, G. & Matelli, M. (1988), 'Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey: II. Area F5 and the control of distal movements', *Experimental Brain Research*, **71**, pp. 491-507.
- Rochat, M.J., Caruana, F., Jezzini, A., Escola, L., Intskirveli, I., Grammont, F., Gallese, V., Rizzolatti G., & Umiltà, M.A. (2010), 'Responses of mirror neurons in area F5 to hand and tool grasping observation', *Experimental Brain Research*, Jun 26. [Epub ahead of print].
- Rozzi, S., Ferrari, P.F., Bonini, L., Rizzolatti, G., & Fogassi, L. (2008), 'Functional organization of inferior parietal lobule convexity in the macaque monkey: electrophysiological characterization of motor, sensory and mirror responses and their correlation with cytoarchitectonic areas', *European Journal of Neuroscience*, **28**, pp. 1569-1588.

- Sherrington C.S. (1907) On the proprioceptive system, especially in its reflex aspect". *Brain* **29**, 467–85.
- Serino, A., Bassolino, M., Farné, A. & Ladavas, E. (2007), 'Extended multisensory space in blind cane users', *Psychological Science*, **18**, pp. 642-648.
- Shoemaker, S. (1984), 'Self-reference and self-awareness', in Shoemaker, S., *Identity, Cause and Mind* (Cambridge, Cambridge University Press).
- Sinigaglia, C. (2009), 'Mirror in action', *Journal of Consciousness Studies*, **16**, pp. 309-334.
- Thompson, E. (2005), 'Sensorimotor subjectivity and the enactive approach to experience', *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, **4**, pp. 407–427.
- Tucker, M. & Ellis, R. (2001), 'The potentiation of grasp types during visual object categorization', *Visual Cognition*, **8**, pp. 769-800.
- Tucker, M. & Ellis, R. (2004), 'Action priming by briefly presented objects', *Acta Psychologica*, **116**, pp. 185-203.
- Turvey, M.T. (1992), 'Affordances and prospective control: An outline of the ontology', *Ecological Psychology*, **4**, pp. 173-187.
- Turvey, M.T., Shaw, R.E., Reed, E.S. & Mace, W.M. (1981), 'Ecological laws of perceiving and acting: in reply to Fodor and Pylyshyn (1981)', *Cognition*, **9**, pp. 237-304.
- Umiltà, M.A., Kohler, E., Gallese, V., Fogassi, L., Fadiga, L., Keysers, C. & Rizzolatti, G. (2001), "'I know what you are doing": A neurophysiological study', *Neuron*, **32**, pp. 91-101.
- Umiltà, M.A, Brochier, T., Spinks, R.L. & Lemon, R.N. (2007), 'Simultaneous recording of macaque premotor and primary motor cortex neuronal populations reveals different functional contributions to visuomotor grasp,' *Journal of Neurophysiology*, **98**, pp. 488-501.
- Umiltà, M.A., Escola, L., Intskirveli, I., Grammont, F., Rochat, M., Caruana, F., Jezzini, A., Gallese, V. & Rizzolatti, G. (2008), 'How pliers become fingers in the monkey motor system', *PNAS*, **105**, pp. 2209-2213.
- Warren, W.H., Jr. (1984), 'Perceiving affordances: visual guidance of stair climbing', *Journal of Experimental Psychology and Human Perception Performance*, **10**, pp. 683-703.
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J-P., Gallese, V. & Rizzolatti, G. (2003), 'Both of us disgusted in my insula: The common neural basis of seeing and feeling disgust', *Neuron*, **40**, pp. 655-664.