



DOTTORATO DI RICERCA IN
FILOSOFIA E TEORIA DELLE SCIENZE UMANE
XXIV ciclo

SELF-PORTRAIT.
LA NATURA INCORPORATA DELL'ESPERIENZA DI SÉ

MARIA FRANCESCA PALERMO

TUTOR: Prof. Francesco Ferretti

COORDINATORE: Prof. Paolo D'Angelo

INDICE

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1. LA RIVISITAZIONE ECOLOGICA DELLE TEORIE SENSORI-MOTORIE 14-60

- 1.1 Un cambiamento di prospettiva negli studi sulla coscienza
 - 1.1.2 Il cervello non pensa: agisce!
- 1.2 Sul concetto di embodiment
 - 1.2.2 Il rapporto funzionale tra agente e ambiente
- 1.3 Lo svincolo fenomenologico tra ecologia e teorie sensori-motorie
- 1.4 La connessione corpo-ambiente
 - 1.4.2 L'attività esplorativa del soggetto
 - 1.4.3 Il sistema aptico-somatico

CAPITOLO 2. SELF, CORPO ED ESPERIENZA. NUOVE POSSIBILITÀ PER UNA FENOMENOLOGIA NATURALIZZATA 63-145

- 2.1 Radicamento percettivo e riconoscimento corporeo
 - 2.1.2 Il sistema di riferimento egocentrico e allocentrico
 - 2.1.3 Strategie spaziali basate su stimoli corporei
- 2.2 Rappresentazioni corporee e modelli interni
 - 2.2.2 Gli schemi corporei
 - 2.2.3 L'immagine corporea
- 2.3 Uno schizzo clinico: cambiamenti nell'esperienza corporea
- 2.4 Chi è l'agente? Spiegazioni a partire dagli esperimenti di autoriconoscimento
 - 2.4.2 Segnali motori e sensoriali
- 2.5 Dai segnali fisiologici all'esperienza del proprio corpo
 - 2.5.2 L'autoriconoscimento corporeo
- 2.6 Il legame tra percezione e azione: la Teoria del Codice comune
 - 2.6.2 Catene motorie e comprensione delle intenzioni
- 2.7 Lo sviluppo della comprensione dell'azione finalizzata
 - 2.7.2 Il sistema mirror negli esseri umani

- 3.1 Lo sviluppo riflessivo nella prospettiva della Teoria della Mente
 - 3.1.2 Teorie modulari
 - 3.1.3 Il bambino come scienziato
- 3.2 Mentalizzazione e sviluppo del sé: due modelli teorici a confronto
- 3.3 La teoria della simulazione secondo Alvin Goldman
 - 3.3.2 Tra azione e simulazione: l'*imagery* motoria
- 3.4 Simulazione incarnata e intelligenza motoria
 - 3.4.2 La cognizione sociale dei primati non umani
- 3.5 Primi effetti di embodiment sociale
 - 3.5.2 Interagire socialmente attraverso l'azione *embodied*
- 3.6 L'esperienza dell'imitazione all'origine dell'intersoggettività
 - 3.6.2 Sintonizzazione ed enazione nell'ontogenesi
- 3.7 Architettura minima neuronale per l'imitazione
 - 3.7.2 Una via per il linguaggio
 - 3.7.3 Mimesi e gesti
- 3.8 Imitazione e condivisione empatica
 - 3.8.2 Modelli neuroscientifici di empatia

CONCLUSIONI	224
BIBLIOGRAFIA	231

INTRODUZIONE

L'idea di una mente incorporata, ossia che non esiste se non inserita in un corpo vivente di cui fa parte, e l'idea di un uomo naturalizzato, che non si contrappone al mondo culturale ma che ne emerge a partire dalla sua complessità fisica e percettiva, sono due delle linee guida fondamentali di questo lavoro. La natura umana sembra, infatti, sistemata dentro le corsie di un vialetto dissipato fra le caratteristiche dell'esperienza e la datità della prima persona; tra l'averne o l'incarnare tale prospettiva e l'essere capaci di articolarla linguisticamente. La coscienza come primigenia identificativa alla quale rivolgersi con traiettorie inclinate e sfumate, rappresentazioni che si raggiungono attraverso cambi di prospettiva e mutui riconoscimenti intersoggettivi, è l'argomento al centro di questa tesi. Se il pensiero classico affrontava questo problema dal punto di vista metafisico e gnoseologico, viceversa, oggi, attraverso le analisi e i dati scientifici proposti dalle scienze della mente, la natura incorporata dell'esperienza prende ad inglobare la possibilità di naturalizzare aspetti quali la soggettività, l'intenzionalità e il rapporto che ne scaturisce con le altre menti. Dalla base atomica alla differenziazione molecolare e cellulare, passando in ogni caso attraverso la costruzione dell'ambiente in cui agiamo e della intersoggettività che ci permane perché costituita di emozioni e sentimenti primari, l'intelligenza umana costruisce se stessa sul fondamento di pulsioni profonde, di tenaci indirizzamenti verso gli scopi, di salvaguardia di movimento nello spazio e di attraversamento nel tempo. Una simile ricchezza di strutture, di funzioni e di relazioni mostra da sola l'insufficienza sia di ogni forma di dualismo sia di qualunque privilegio dato a una sola delle componenti che nella totalità della somma, in ultimo, siamo.

La mente umana è una facoltà allo stesso tempo riflessiva e pragmatica, votata ad un rapporto ricostruttivo, di *problem-solving* con la natura e l'ambiente circostante. Allo stesso modo, il corpo è, insieme e inestricabilmente, organismo ed esperienza vissuta. Possedere il corpo, le

sue sensazioni e le sue varie parti è necessario per sentire di essere “qualcuno”. La nostra specie non vive solo in un mondo pre-dato al quale cerca di adattare al meglio se stessa in vista della sopravvivenza, ma produce in gran parte tale mondo attraverso la creazione di nessi fra gli apparati percettivi che del mondo selezionano solo quanto ci è funzionale. L’ordinamento di queste percezioni è garantito a regola d’arte da strutture cognitive che ci consentano di muoverci con millimetrica padronanza degli spazi, delle distanze e dei movimenti. Non solo semplice e pura rappresentazione, quindi, ma complessa e attiva ricreazione di nessi fra lo sterminato e costante insieme di dati che gli apparati sensoriali e motori in ogni istante ci trasmettono. La mente è il corpo che conosce se stesso, il corpo che interagisce con l’ambiente via via nelle forme più complesse della percezione, della riflessione, dell’intenzionalità e della comprensione. La coscienza è corporeità, conoscenza e azione incarnata, punto nel quale si incrociano persona e cultura, non come momenti distinti ma come esperienza prospettica e concreta, intesa del conoscere qui e ora.

Il legame suggerito dal titolo di questo lavoro non è di certo casuale: la capacità autoriflessiva del soggetto d’esperienza, il *self-portrait* a cui intendiamo costruire risposta, si innesca tra il ritorno tutto mentale a un rimosso lontano e potenzialmente dimenticato, e la pervasività costante di un presente qui ed ora della coscienza. La capacità riflessiva di “autoritrarsi” è un atto importante, investito e condizionato dalla sua irreversibile costitutività. Alla base di tutto sta il rapporto con la percezione della nostra “immagine”. Essa ha a che fare con il processo di formazione della nostra identità. E ciò è da intendere soprattutto nel senso che la possibilità di costituirsi come soggetti “incarnati” dotati di una specifica forma di autoconsapevolezza mobilita qualcosa di potente che abita appunto le nostre “viscere”. In altre parole, ciò significa che, nel rapporto con la nostra identità e con tutto ciò che essa comporta, gioca un ruolo essenziale non solo il corpo e la sua immagine, ma proprio il modo in cui essi vengono sentiti da un punto di vista fisico e soggettivo: c’è infatti una precisa solidarietà tra il modo di vedere e sentire il corpo come forma della nostra

identità e il modo in cui il corpo stesso reagisce ed effettivamente si presenta agli occhi del mondo.

Il quadro globale che emerge da un “ritratto” di sé integrato e immediato è quello di un modello umano che si integra continuamente attraverso i meccanismi dell’accessibilità attentiva, cognitiva e volizionale sulla base di uno sfondo costantemente stabile che è costituito dalla rappresentazione trasparente di un *bodily self* che è primariamente ecologico e percettivo. Sulla base di questo modello sostengo una naturalizzazione dell’autocoscienza umana organizzata su segnali endogeni propriocettivi.

Partendo da un approccio analitico e cognitivo alla disamina del soggetto cosciente, la trattazione della problematica si insatura, infatti, all’interno di una visione *ecologica* ed *enattiva* della mente secondo cui i processi cognitivi sono adattativi, incarnati in processi senso-motori e situati in specifici contesti. L’ipotesi di lavoro mira, cioè, a costituire un “modello fenomenico e intenzionale del sé” necessario a detenere una prospettiva in prima persona. L’obiettivo è, infatti, quello di comprovare la natura incorporata del soggetto d’esperienza dimostrando come tanto l’individuazione degli stati mentali quanto l’individuazione delle esperienze agitive si effettuino in buona parte attraverso schemi corporei e senso-motori garanti di una rappresentazione stabile e trasparente di sé. Questa posizione converge verso il cosiddetto paradigma della *Embodied Cognition*, anche noto in filosofia della mente come paradigma della “Cognizione Incarnata”. Un esito particolarmente interessante dell’adesione a questo modello interpretativo è, infatti, quello di poter reintrodurre in chiave naturalistica alcuni aspetti qualitativi dell’esperienza strettamente legati al tema della coscienza. In questo senso è assegnato un ruolo chiave al movimento e alle componenti senso-motorie dell’individuo sulla base di un’alleanza non scontata tra azione e percezione. Il programma di ricerca della *embodied cognition* fornisce, infatti, importanti risposte al problematica della coscienza e dell’intersoggettività, qui trattate, per due semplici motivi sostanziali. Primo, perché pone l’accento sul ruolo del corpo nella cognizione e, in aggiunta, lo fa in assenza di reticenza filosofica, cioè recuperando l’aspetto teorico della problematica attraverso il cappello

della fenomenologia della percezione elaborata da Merleau-Ponty e prima ancora da Husserl. Secondo, segue al mantenimento della portata soggettiva il recupero del realismo ecologico di James Gibson e Ulric Neisser. In un'ottica *bottom-up* della cognizione il riferimento alla coscienza è di fatto il riferimento a una forma "nucleare" di coscienza: quella riferibile al "sé ecologico", ovvero a quella forma incarnata del sé incentrata sulla corporeità e sulla relazione percettivo-motoria con l'ambiente esterno. Questa prospettiva di indagine ci permette di strutturare la problematica dell'interoggettività all'interno di un versante schiettamente naturalistico, che esclude dualità aprioristiche tra scienze umane e scienze naturali, non contempla alcuna dicotomia tra natura e cultura, ma al contrario sottolinea continuità e completamento fra predisposizioni innate e realtà ambientali in cui tali predisposizioni sono agite.

All'interno di questa cornice epistemologica la stesura della tesi si compone di tre capitoli concernenti lo sviluppo pre-riflessivo e riflessivo della coscienza di sé.

Il primo capitolo muove dall'idea di porre in evidenza la continuità di approccio e di sviluppo nelle tematiche di indagine sperimentale condotte a cavallo tra la scuola ecologista e il paradigma dalla *Embodied Cognition*. Largamente ispirate all'approccio ecologico sono, infatti, quelle che all'interno del primo capitolo vado a battezzare come teorie "senso-motorie" della coscienza; posizioni metodologiche che allo stato attuale prendono per l'appunto il nome di teorie *enactive, embodied, situated*. Una serie di queste evidenze convergono a sottolineare il contributo dell'ambiente e del corpo nella determinazione di percezione, cognizione e azione, concepiti a questo punto come poli difficilmente scomponibili. A differenza del paradigma cognitivista classico, che concentra buona parte dei suoi sforzi nella comprensione di come avvenga la ricostruzione del mondo esterno per mezzo delle varie modalità sensoriali (che al limite solo in un secondo momento sono utilizzate per l'azione), l'ecologismo analizza in che modo un movimento dell'animale modifica il suo campo percettivo e, viceversa, che tipo di movimento viene chiamato in causa da un dato rendimento percettivo nella specificazione del sé agente. Le mie conclusioni in merito

segnalano una convergenza fra la scuola ecologista e i modelli di agentività sensomotora proposti dalle teorie “enattive” e “incorporate” nella possibilità di rivalutare il grado di “expertise” qualitativo dell’organismo in relazione al proprio ambiente di adattamento. In questa prospettiva il valore aggiunto della disamina risponde alla necessità di liberare il concetto di esperienza da un vincolo che, a partire dall’apertura del dibattito con Thomas Nagel, la vorrebbe privata e ineffabile, laddove invece la possibilità di agire e muoverci autonomamente nello spazio come soggetti di azione incarnata, implica quantomeno un certo grado di “pubblicità” di essa. In un’ottica di naturalizzazione del soggetto così come della sua dimensione qualitativa crediamo, infatti, fortemente plausibile far appello alle teorie senso-motorie come principale punto di snodo ma soprattutto di ritrovo dialettico fra ecologismo percettologico e fenomenologia della persona.

Il secondo capitolo si concentra sugli aspetti agentivi del sé corporeo. L’ipotesi proposta è che l’esperienza delle azioni possa funzionare da elemento unificante per strutturare una rappresentazione coerente del sé come distinto da altri agenti. Un’implicazione assai significativa di questa ipotesi è che la percezione più che essere un processo che si svolge nel cervello è un’attività competente l’animale nel suo complesso e riguarda, dunque, l’attività *esplorativa* dell’ambiente che è fortemente caratterizzata dalla sistematica interdipendenza tra la disponibilità di informazione sensoria (*affordances*) e il comportamento di risposta motoria dello stesso organismo. Un aspetto cruciale dell’attività esplorativa è, infatti, l’informazione predittiva dall’azione come un fattore strutturante del sé. Quest’ultimo aspetto ci conduce a prendere in considerazione i principali sistemi di “orientamento” spaziale e motorio che sono bussole fedeli del corpo in azione. Nello specifico, l’analisi è incentrata sui meccanismi di rappresentazioni “egocentriche” e “allocentriche” per meglio specificare l’emergenza di “schemi” e “riferimenti corporei” in quella che abbiamo definito essere una “cinematica mentale” del corpo in azione. Faremo riferimento alla nozione di “schema corporeo” elaborata in ambito neurologico da Henry Head e Gordon Holmes, per poi porla in dialogo con la trattazione neuropsicologica e fenomenologica che tale concetto ha subito

nella letteratura sull'argomento. Parliamo, infatti, di uno schema percettivo complesso legato tanto all'informazione propriospecifica quanto al processo di localizzazione visuo-spaziale in riferimento al sé agentivo e all'ambiente. L'intento è quello di dimostrare come dalla funzionalità di schemi corporei innati di questo tipo si possa sviluppare una forma *pre-riflessiva* di coscienza di sé. Pertanto, da un punto di vista ecologico quanto fenomenologico, non soltanto la coscienza è essenzialmente "incorporata", ma essa è caratterizzata anche da una forma primitiva di autoreferenzialità dipendente dal "senso di possesso" e dal "senso di agentività" del soggetto. Questo modello vede la strutturazione di un *bodily self* incarnato e costituisce un prerequisito fondamentale per lo sviluppo di abilità cognitive superiori, come l'adozione di prospettiva e la comprensione delle intenzioni altrui.

Saggiando differenti ipotesi sperimentali sulle proprietà funzionali del sistema motorio corticale, tra cui gli esperimenti di autoriconoscimento corporeo e agentivo, sosteniamo che le rappresentazioni senso-motorie impiegate nel controllo sull'esecuzione dell'azione abbiano un ruolo preponderante nelle differenti fasi di sviluppo della capacità di *mindreading*. Per tale ragione e a conforto di tale ipotesi, nel terzo e ultimo capitolo adottiamo la concezione "incarnata" della cognizione in un'ottica simulazionista di comprensione mentale. Presupponendo, infatti, che sia attivo sin dalla nascita un accoppiamento esperienziale sé-altro, la teoria della simulazione parte dal presupposto che il riconoscimento percettivo di alcuni aspetti dell'esperienza cosciente operi essenzialmente su una dimensione corporea di tipo affettivo-relazionale. Questa forma di comprensione immediata dell'altro (cioè in prima istanza non-concettuale e basata sull'espressione corporea di dimensioni mentali) da un lato sarebbe alla base dello sviluppo di forme più sofisticate di intelligenza sociale, dall'altro, in aggiunta, consentirebbe la formazione di rappresentazioni esplicite della mente altrui a sostegno della formazione di una "genuina" Teoria della Mente. L'assunto principale che porta a parlare di "simulazione" ha, infatti, le sue radici teoriche nella natura "corposa" dell'esperienza, e cioè nella possibilità di considerare le esperienze

intenzionali dei soggetti come sostituti di esperienze percettive. Parlare di simulazione della mente consente, infatti, di passare in modo piuttosto simmetrico dalla prima alla terza persona mantenendo una prospettiva personale e soggettiva. Se è vero che la corporeità dell'azione rappresenta la prima forma di ancoraggio motorio a sé e all'ambiente, diventa, allora, necessario capire in che senso i meccanismi di simulazione incarnata possono fornire un ulteriore supporto alla comprensione intenzionale degli individui. Se è vero, cioè, che il "paradigma senso-motorio" utilizzato dalla *embodied cognition* è necessario a spiegare la sopravvivenza e l'adattatività degli organismi in rapporto all'ambiente, allora urge davvero comprendere in che senso può essere funzionale allo sviluppo riflessivo delle nostre menti. La prospettiva della "teoria della simulazione" è, infatti, di particolare rilievo quando ci troviamo a considerare le origini e le abilità del soggetto di comprendere e attribuire a sé quanto agli altri stati mentali di natura intenzionale. Essa sostiene che la nostra comprensione dell'altro è basata su un'autosimulazione delle sue credenze, dei suoi desideri o delle sue emozioni principalmente per via imitativa e prelinguistica. A differenziare la proposta simulazionista dalla visione classica della cognizione (*Theory of Mind*, ToM) è, infatti, la dimensione totalmente inconscia del processo. Se l'approccio alla Teoria della Mente da parte della cosiddetta "teoria-della-teoria" (*theory-theory*) prevede che il processo dell'attribuzione di stati mentali sia concepito esclusivamente in termini predicativi e di logica inferenziale, le teorie sostenitrici di una visione *enattiva* del mentale prendono, viceversa, una posizione differente. Presupponendo, infatti, che sia attivo sin dalla nascita un accoppiamento esperienziale sé-altro, la teoria simulazionista parte dal presupposto che il riconoscimento percettivo di alcuni aspetti dell'esperienza cosciente operi essenzialmente su una dimensione corporea di tipo affettivo-relazionale. Una visione sostenuta anche da Alvin Goldman "pioniere moderato" della visione simulativa della teoria della mente, secondo il quale, grossomodo, il codice utilizzato per rappresentare gli stati mentali propri e altrui è di tipo *introspettivo*. Goldman ritiene, infatti, possibile che l'evoluzione abbia concesso ben più di una strategia di sviluppo: la simulazione su base

imitativa, non sarebbe altro che un primo metodo “incarnato” di comprensione della mente altrui, e laddove questo fallisce, l’utilizzo di un quadro teorico potrebbe essere una possibile strategia. L’approccio della *simulation theory* risulterebbe così ben più economico rispetto a quello della *theory-theory*, in quanto diminuirebbe il peso di una complessa teoria psicologica basata sulla conoscenza di credenze e desideri di una persona. La nostra comprensione della mente degli altri sarebbe, cioè, fondata su un accesso primariamente introspettivo che poggia su di un sistema di risonanza sensori-motoria di basso livello e che si serve di risorse motivazionali ed emotive di comprensione propria e altrui. Questa architettura cognitiva descritta a livello sub-personale attraverso l’implementazione dei circuiti mirror (e precedentemente tracciata in relazione alle azioni finalizzate dell’agente) costituisce un’organizzazione di base del nostro cervello sociale ed è in grado di spiegare in modo parsimonioso aspetti apparentemente diversi delle relazioni interpersonali. In tal senso i meccanismi di simulazione incorporata chiamano, infatti, a rapporto l’edificazione interpersonale del sé attraverso specifiche capacità cognitive, quali l’imitazione, l’empatia e l’ascrizione di intenzioni agli altri individui. L’ipotesi portata a supporto dell’esistenza di specifici meccanismi simulativi di comprensione intenzionale è scandagliata attraverso la messa in discussione di differenti casi sperimentali attui a dimostrare il ruolo funzionale che il corpo ricopre nella capacità di imitazione neonatale e di rispecchiamento intersoggettivo nella attribuzione di intenzioni. L’evoluzione di un sistema simulativo di consonanza intenzionale è poi confrontata in riferimento alle principali teorie intersoggettive sviluppate in ambito motorio e trova un particolare banco di prova nei risultati sperimentali ottenuti in psicologia evolutiva a riguardo dei processi di rispecchiamento imitativo. Particolare attenzione, in questo caso, è concessa alla teoria AIM (*Active Intermodal Matching*) di Meltzoff e Moore circa la presenza di un’abilità innata di stabilire equivalenze cross-modali e corporee tra esperienze sensoriali proprie e l’osservazione delle azioni altrui. La messa in discussione di tali esperimenti è quella di comprovare l’implicazione dei meccanismi di risonanza sensori-motoria

nell'edificazione intersoggettiva del sé cosciente. La “*early imitation*”, cioè i casi di imitazione precoce definita anche da Colwyn Trevarthen come “intersoggettività primaria” e da Daniel Stern come “sintonizzazione affettiva” getterebbero, così, nuova luce sulla ri-enzione imitativa, nonché sui passaggi che vanno dalla simulazione *embodied* delle azioni alla simulazione dei processi di comprensione linguistica e mentale.

Se è vero che la capacità di “mentalizzare” l'agire altrui (vale a dire di interpretare il comportamento attribuendo stati intenzionali all'agente) può essere considerata come il modo specifico su cui si fondano le relazioni interpersonali umane, è anche vero che tale capacità deve essere considerata all'interno di un quadro esplicativo continuista. Attraverso i meccanismi di risonanza sensori-motoria siamo in grado di ipotizzare l'emergenza di prime forme di mentalizzazione a partire dalla natura intenzionale del comportamento motorio. Crediamo infatti che la comprensione intenzionale può fondersi su abilità cognitive che non dipendono necessariamente da una mediazione metarappresentazionale e linguistica, quanto piuttosto da specifiche competenze radicate nel nostro sistema motorio e percettivo. Una tale ipotesi scuote le fondamenta della concezione tradizionale della cognizione sociale, fortemente orientata verso un modello di intelligenza sociale che si concentra quasi esclusivamente su modelli di architettura modulare e inferenziale della mente. A differenza del modello cognitivista classico, crediamo invece che capacità cognitive apparentemente dissimili, potrebbero reggersi su meccanismi funzionali simili che nel corso dell'evoluzione hanno acquisito un maggior livello di complessità per adattarsi ai cambiamenti sociali e ambientali. In quest'ottica, anche i meccanismi che secondo la psicologia cognitiva sarebbero caratteristici dello sviluppo dell'intersoggettività, come il linguaggio, possono essere interpretati in modo alternativo, ovvero mettendo in luce la base pre-riflessiva a partire dalla quale essi possono svilupparsi. Facendo leva sui meccanismi di simulazione neurale e di risonanza sensori-motoria sostenuti dalla *simulation theory* possono essere affrontati quelli che da sempre vengono considerati come i due nodi più compromettenti della problematica fenomenologica dell'intersoggettività: ovvero *l'effetto che fa* la conoscenza

di sé e la *sintonizzazione immediata* agli stati intenzionali altrui. Il mio intento è quello di fornire un primo passo verso questa direzione consentendo, non solo, il soddisfacimento di un livello di descrizione fenomenologico (assolutamente necessario alla disamina del soggetto cosciente) ma assicurando, anche, un'adeguata analisi funzionale e sub-personale di quelle abilità cognitive garantite nella costituzione di un soggetto non solo cosciente quanto anche ecologicamente cosciente. Il punto di arrivo fondamentale di questo lavoro di ricerca consente, infatti, la formulazione di modelli unificati della mente: sia le caratteristiche del corpo che del cervello che dell'ambiente sono importanti per capire la natura *pre-riflessiva e riflessiva* della coscienza in un'ottica continuista e appropriata alle opportunità evolutive della specie animale.

La natura interdisciplinare di questo dibattito non è casuale, ma è resa necessaria dal fatto che nessuna disciplina, presa singolarmente, può rendere piena giustizia della complessità delle questioni in gioco. Per questa ragione il lavoro di ricerca in questione ha inteso adottare un approccio filosofico in stretto contatto con i risultati delle altre scienze. Ma non di meno questa è una tesi sulla natura incorporata del sé, e per quanto possa risultare interdisciplinare, resta principalmente un tentativo di ricerca che vuole affrontare in un'ottica continuista il problema di "costruzione" identitaria del soggetto. La corporeità e la natura qualitativa della coscienza sono, di certo, nel mirino delle mie ipotesi e lo sono in primo luogo perché il corpo e quella che è definita come la sua dimensione per-riflessiva ci consentono di realizzare una mediazione di livelli a lungo auspicata: ossia la messa a punto di un sapere scientifico capace di rendere conto tanto della sfera personale dell'esperienza, quanto della dimensione ecologica e sociale nella quale è pur insito il soggetto. Assumere il corpo come luogo di elaborazione di sapere, come motore stesso dell'azione agentiva e sociale, come luogo di elaborazione dei nostri stessi pensieri percettivo-valutativi, porta ad abbattere le opposizioni epistemologiche più classiche del pensiero occidentale: mente-corpo, individuo-società, azione-struttura, natura-cultura, teoria-prassi. È in tal senso che il ripensamento in chiave "incorporata" della cognizione dovrebbe a mio parere se non altro portare ad

una riformulazione scientifica alcuni dei problemi sottesi allo statuto ecologico della mente sociale. Soprattutto negli studi sulla coscienza questa diventa una sfida che chiama per la fondazione da un lato di una scienza della soggettività, dall'altro per l'elaborazione di una fenomenologia della persona critica e sempre più rigorosamente scientifica grazie, soprattutto, alla scoperte delle neuroscienze.

D'altronde penso, che queste riflessioni possono diventare ancora di più utile risorsa qualora si iniziassero a prendere in (seria) considerazione alcune fra le ultime ipotesi filosofiche propugate, ad esempio, nella sfera del cosiddetto "post-umanesimo" (Marchesini, 2002). In un universo in cui tutto si accelera e smaterializza, il corpo è reputato troppo fragile, troppo lento; è un fardello che impedisce non solo la competenza e l'efficacia, ma anche la realizzazione di una "piena" e "vorace" voglia di identità personale. Assistiamo progressivamente ad uno slittamento progressivo che va dalla "riparazione" all' "aumento" e finisce per scadera nell'inganno dello stesso biologico. Mi chiedo: che statuto potrà mai avere questo super-uomo dotato di un iper-corpo? Sarà ancora possibile essere "unici" in un mondo di super-eroi, di corpi bionici e di (finta) perfezione? Non si corre, forse, il rischio di ritrovarsi, un giorno, di fronte a due tipi di creature: i post-umani dotati di un ipercorpo e gli "umani troppo umani" che, accontentandosi del loro corpo "biologicamente imperfetto", saranno i nuovi schiavi della post-modernità? Forse delle novità che la tecnoscienza ha in serbo per noi, è giusto attenderci più che altro contribuiti all'obiettivo che in generale è il più desiderato per noi: l'aumento della durata e della qualità effettiva della vita. Per il resto l'uomo continuerà a fare ciò che ha sempre fatto: manipolare l'ambiente che ha intorno, adattarsi ad esso in modo tale da promuovere il proprio benessere e l'equa sopravvivenza del più adatto. L'implicito desiderio che questa tesi si trascina dietro è che lo faccia con più saggezza, anche se non c'è dubbio che l'evoluzione culturale presenti il vantaggio (ma anche il pericolo) di essere molto più rapida di quella biologica.

RINGRAZIAMENTI

Prima di procedere nella discussione, non posso non avere particolare riguardo nei confronti di tutti coloro che hanno permesso un complessivo contributo e miglioramento del mio percorso di ricerca, attraverso suggerimenti diretti alle correzioni di questo scritto e di quelli elaborati nel corso degli anni di dottorato. Tutte le persone a me vicine in questi tre anni di studio hanno in egual misura alimentato il mio personale interesse nel tema della ricerca, per curiosità e sostegno, affetto e stimoli offertimi nel desiderio della conoscenza.

Ringrazio, in primo luogo, il Prof. Francesco Ferretti, supervisore della tesi, con il quale ho letto, discusso e corretto l'intero lavoro. Alla sua persona va il mio più sentito ringraziamento per aver condiviso con me molte delle sue consolidate conoscenze, criticando talvolta in modo acuto e deciso le mie posizioni, ma sempre con generosa disponibilità e particolare coinvolgimento.

Sincera gratitudine va allo psichiatra e docente di Filosofia della Psicopatologia presso l'Università degli studi di Roma "La Sapienza", il dott. Massimiliano Aragona, per la curiosità dimostrata al mio lavoro, i suoi puntuali consigli, nonché per le opportunità di approfondimento delle tematiche di studio oggetto della tesi grazie alla frequentazione del suo corso e alla partecipazione offertami al seminario di "Filosofia e Psicopatologia" del gruppo di studiosi, medici e ricercatori della Clinica delle malattie nervose del Policlinico Umberto I di Roma.

Un ultimo pensiero, non minore per importanza, è per gli studiosi che in questi tre anni hanno mostrato partecipazione ed interessamento al mio lavoro di ricerca, offrendomi (probabilmente a loro insaputa) spinte di riflessione, confronto e analisi. Tra questi ricordo con affetto Rosa Maria Calcaterra, Mario De Caro, Riccardo Chiaradonna, Paolo Virno, Erica Cosentino, Massimo Marraffa, Domenica Bruni, Alfredo Paternoster, Antonella Puzella, Guido Baggio, Giada Coppola, Alessandro Chidichimo, Marta Di Dedda, Martina Pantani, Mariastella Signoriello, Maria Grazia

Rossi, Ines Adornetti, Marzia Mazzer, Robert Gillespie, Jason Pierce, Bradford Cox e Elena Grandinetti.

A questi indirizzi inoltro la mia stima e l'augurio di poter consolidare ancora una volta le nostre fragorose voci nei fulgidi tocchi di sintonizzazione della coscienza.

1. LA RIVISITAZIONE ECOLOGICA DELLE TEORIE SENSORI-MOTORIE

Anche le storie riguardano
le relazioni spaziali.
La vicinanza dei corpi.
Il tempo è semplicemente
ciò che interferisce con questo.

Dylan Horrocks

Concepire la cognizione come un'attività incarnata ha portato a conferire un ruolo di maggiore importanza all'esperienza che il soggetto ha di essa. L'idea di una mente incorporata riprende l'impostazione ecologica fornita da autori quali James Gibson e Ulric Neisser arricchendolo di un'analisi esperienziale che si serve delle teorie sensorio-motorie sulla coscienza per meglio specificare la natura del soggetto d'esperienza. La visione percettiva della coscienza fenomenologica è una sorta di abile adattamento agli oggetti e all'ambiente. Lo stesso vale per il corpo che all'interno di quella che definiamo come la "rivisitazione ecologica" del paradigma sensorio-motorio assume un peso di non poco conto. Largamente ispirate all'approccio ecologico sono, infatti, quelle che all'interno di questo primo capitolo vado a battezzare come "teorie sensorio-motorie" della coscienza; posizioni metodologiche che allo stato attuale prendono per l'appunto il nome di teorie *enactive*, *embodied*, *situated*. Una serie di queste evidenze convergono a sottolineare il contributo dell'ambiente e del corpo nella determinazione di percezione, cognizione e azione, concepiti a questo punto come poli difficilmente scomponibili. A differenza del paradigma cognitivista classico, che concentra buona parte dei suoi sforzi nella comprensione di come avvenga la ricostruzione del mondo esterno per mezzo delle varie modalità sensoriali (che al limite solo in un secondo momento sono utilizzate per l'azione), l'ecologismo analizza in che modo un movimento dell'animale modifica il suo campo percettivo e, viceversa, che tipo di movimento viene chiamato in causa da un dato rendimento percettivo nella specificazione del sé agente. Le mie conclusioni in merito segnalano una convergenza fra la scuola ecologista e i modelli di agentività

sensomotoria proposti dalle teorie “enattive” e “incorporate” del soggetto nella possibilità di rivalutare il grado di “expertise” qualitativo dell’organismo in relazione al proprio ambiente di adattamento. In questa prospettiva il valore aggiunto della disamina è quello di liberare il concetto di esperienza da un vincolo che, a partire dall’apertura del dibattito con Thomas Nagel, la vorrebbe privata e ineffabile, laddove invece la possibilità di agire e muoverci autonomamente nello spazio come soggetti di azione incarnata, implica quantomeno un certo grado di “pubblicità” di essa. In un’ottica di naturalizzazione del soggetto così come della sua dimensione qualitativa crediamo, infatti, fortemente plausibile far appello alle teorie sensomotorie della coscienza come principale punto di snodo e di ritrovo dialettico fra ecologismo percettologico e fenomenologia della persona.

1.1 Un cambiamento di prospettiva negli studi sulla coscienza

Malgrado le tradizioni di ricerca dominanti in scienza cognitiva abbiano adottato (almeno implicitamente) l’analisi funzionale stretta¹, nel corso degli ultimi anni filosofi e scienziati cognitivi hanno manifestato una crescente insofferenza nei confronti dell’idea che lo studio scientifico degli stati psicologici di un individuo debba estrarre da tutte le variabili ambientali, estrinseche, per limitarsi a prendere in considerazione le proprietà “intracraniche”, intrinseche di questi stati. Vari fattori hanno contribuito a questo mutamento di clima: la crescente fortuna dell’esternismo semantico di Hilary Putnam e Tyler Burge; le oramai classiche critiche svolte da John Searle e Richard Dreyfus all’intelligenza artificiale simbolica; non ultimo, il rafforzarsi dell’influenza esercitata da James Gibson in psicologia cognitiva. In questo quadro, programmi di ricerca molto diversi tra loro hanno adottato una “concezione esternistica” della spiegazione (Di Francesco, 2009) in base alla quale è impossibile comprendere la cognizione biologica senza prendere in considerazione il suo carattere “incorporato” (*embodied*). Si

¹ Esemplificata dal naturalismo di William James (1890), dalla teoria dell’apprendimento e dall’ottica ecologica di James Gibson (1966; 1969).

tratta di una critica ispirata alla famiglia di approcci riuniti sotto l'etichetta di "embodied cognition", parte integrante della cosiddetta scienza cognitiva postclassica (SCP). Questa polemica contro i residui dualistici della scienza cognitiva classica pone, dunque, al centro della filosofia della scienza cognitiva il problema di come ricomporre l'unità di corpo, cervello e mondo. Il programma di ricerca della "cognizione incarnata" si muove esattamente in questa direzione, ponendo in rilievo l'importanza giocata dal corpo fisico nei processi cognitivi.

Per "cognizione incorporata" s'intende genericamente un certo insieme di tesi che partono da un'intuizione comune: la mente umana è ampiamente determinata dalla forma e dalle peculiari possibilità motorie e percettive del corpo umano. Il pensiero, la percezione, i concetti e in generale tutti gli aspetti cognitivamente salienti della mente umana e delle sue attività, sarebbero modellati e/o influenzati in qualche modo dalla configurazione corporea². Andy Clark (2008), ad esempio, ha definito "esternismo attivo" il quadro teorico che consente una simile ricomposizione³. È facile intuire come, da queste premesse, si possa inferire che tutte le spiegazioni che si concentrano solamente sullo studio del cervello, o sulla sola architettura funzionale della mente, finiscano per essere etichettate come "isolazioniste": spiegazioni che opererebbero una delimitazione arbitraria dell'ambito d'indagine riguardo al mentale. La scienza cognitiva classica, e i settori delle neuroscienze che maggiormente si ispirano a questa, sarebbero quindi isolazionisti poiché la loro indagine si concentra solo su alcuni aspetti della cognizione, tralasciando quelli che

² Per una rassegna ragionata e approfondita delle tesi centrali dell'embodied cognition, si veda Margeret Wilson (2002).

³ Diversamente dall'esternismo semantico, secondo cui i contenuti semantici dell'agente dipendono da aspetti dell'ambiente che sono chiaramente esterni ai processi cognitivi dell'agente, l'esternismo "attivo" asserisce che l'ambiente può svolgere un ruolo attivo nel costituire e guidare i processi cognitivi. Sulla scia di Gibson, questo ambiente è concepito da Clark come una complessità di *affordances*, che porta alla formazione di stati interni che descrivono aspetti parziali del mondo e prescrivono azioni possibili. Dall'esternismo attivo Clark riceve una conseguenza ontologica assai impegnativa: la tesi della "mente estesa". La mente, sostiene l'autore, non è confinata al cervello, e nemmeno al corpo. Dal momento che il corpo e l'ambiente (in particolare, le impalcature esterne) dell'agente sono essenziali alla cognizione, andrebbero considerati parti della mente. In breve, la mente è ontologicamente complessa, espandendosi nello spazio e nel tempo e includendo accanto al cervello e al corpo parti del mondo (linguaggi, strutture sociali, tecnologie).

hanno a che fare, ad esempio, con il ruolo del corpo e del movimento. Il cognitivismo classico, bersaglio dalle critiche ispirate all'*embodied cognition*, è quell'insieme multidisciplinare⁴ di approcci alla mente e alla cognizione secondo cui la natura del pensiero andrebbe intesa fondamentalmente in termini di rappresentazioni. A quest'idea centrale, connessa strategicamente con la metafora fondante per cui tra mente e cervello vi è una relazione analoga a quella che corre tra software e hardware nella *computer science*, segue l'insieme sistematico di tesi sulla cognizione che possiamo riassumere nei seguenti punti:

1) il computazionalismo, la tesi per cui il pensiero è una forma di elaborazione dell'informazione (o anche che, in generale, il pensiero è una specie di calcolo).

2) la modularità della mente, l'idea per cui la mente consta di moduli specializzati per eseguire compiti cognitivi, motori e percettivi specifici.

3) il funzionalismo, l'idea per cui gli stati mentali sarebbero assimilabili a stati funzionali, individuati dal ruolo causale che questi svolgono all'interno del sistema cognitivo nel suo complesso.

Un'altra idea del cognitivismo classico che ha ispirato alcune direzioni di ricerca nel campo delle neuroscienze, e che viene contestata dai teorici dell'*embodied cognition*, è l'ipotesi che vede il cervello come il supporto hardware che permetterebbe la realizzazione delle operazioni cognitive umane. L'isolazionismo di cui sarebbe vittima il cognitivismo tradizionale, secondo i teorici dell'*embodied cognition*, deriverebbe anche da un lascito che, distanziando le attività cognitive da quelle corporee, è ereditato in ultimo dal dualismo cartesiano (altro bersaglio teorico privilegiato). Questa tesi viene spesso associata all'idea per cui l'attività mentale è un'attività radicalmente astratta, slegata dal tipo di supporto fisico (in questo caso dal cervello). Di contro a questa concezione

⁴ Contributi fondamentali per la scienza cognitiva classica provengono dalla psicologia cognitiva, dalla psicologia dello sviluppo, dalle neuroscienze, dalla linguistica, dall'antropologia, dall'informatica, dall'intelligenza artificiale, dalla robotica, dalla filosofia del linguaggio e dalla filosofia della mente.

cognitivistica (e cartesiana), che ha rappresentato il filone d'indagine dominante negli ultimi cinquant'anni, molti autori inquadrabili all'interno del paradigma incorporato della mente, sono portati a difendere tesi cosiddette "enattive": questo è l'approccio secondo cui la percezione, la coscienza e la vita mentale in generale, andrebbero spiegate per mezzo di un resoconto senso-motorio e ambientale. Rispetto alle teorie tipiche dell'embodied cognition, caratterizzate da una centralità tematica riguardante l'embodiement, l'approccio enattivo si distingue per un marcato ruolo assegnato alle variabili ambientali, oltre che a quelle motorie e corporee⁵. Questo approccio implica anche un recupero dell'idea di "abitudine" per spiegare la vita mentale, recuperando in ciò aspetti del pragmatismo americano e del secondo Wittgenstein (1959): attività cognitive complesse, quali pensare e valutare, coinvolgono competenze pratiche più basilari. Un esempio incalzante per comprendere il legame costitutivo tra attività corporea e abitudini è quella di "schema corporeo", in base al quale il concetto di corpo può essere considerato come uno spazio di possibilità per il movimento e l'azione. Paradigmatica e perfettamente calzante è, a tale riguardo, infatti, la definizione che ne dà Alva Noë (2010): «avere uno schema corporeo normale e ben funzionante coincide [...] con l'avere abiti di attività corporea; si tratta di avere sullo sfondo un corpo pronto a essere impegnato per una certa attività» (trad. it., p. 82). La nozione di schema corporeo, e l'idea di abitudine, sono quindi centrali per un resoconto che intende inserire attivamente anche l'ambiente, e le nostre relazioni pratiche con esso, nella più generale relazione di embodiement che dovrebbe risultare determinante per comprendere il mentale⁶.

I riferimenti teorici che emergono come aventi un ruolo preponderante sono diversi: la fenomenologia della percezione di Maurice Merleau-Ponty,

⁵ Questo significa che le attività mentali non si potrebbero, in linea di principio, spiegare solo in riferimento alla configurazione e all'attività, neurale (come vorrebbe l'establishment neuroscientifico influenzato dal cognitivism classico); sarebbero invece spiegabili anche in relazione all'attività corporea dell'organismo e al ruolo che il mondo ricopre tanto nei contesti motori che percettivi.

⁶ Non a caso tanto l'enattivismo quanto l'embodied cognition hanno notevolmente influenzato alcune tesi filosofiche recenti, come ad esempio l'esternalismo del mentale (i contenuti mentali dipendono almeno parzialmente da fattori extra-mentali), e la "teoria della mente estesa" (molti strumenti tecnici e molte attività realizzano una vera e propria estensione della mente, delle sue funzioni e potenzialità).

le teorie ecologiche della percezione di James J. Gibson, la “neuro-fenomenologia” di Evan Thompson e del neuroscienziato Francisco Varela, le prospettive di critica “berkeleiana” del programma dell’intelligenza artificiale classico e del computazionalismo (sia la prospettiva di John Searle che quella di Hubert Dreyfus), e la discussione interna alla tradizione della filosofia analitica della mente. Notevole importanza hanno avuto, inoltre, tendenze molto più recenti, alquanto critiche nei confronti del modello cognitivista (SCC), quali gli studi della filosofa Susan Hurley (1998), e quelli dello psicologo Kevin O’Regan (2009) sulla coscienza. Molti di questi autori, infatti, rielaborano e recuperano fanno proprio un ricorso attivo e ragionato a dati sperimentali che non erano disponibili quando, ad esempio, scriveva Gibson, quali quelli provenienti dagli studi di robotica, e da alcuni esperimenti neuroscientifici relativamente recenti.

1.1.2 Il cervello non pensa: agisce!

Un bersaglio polemico che emerge come centrale dell’atteggiamento cerebro-centrico del cognitivismo classico è la prospettiva teorica che insegue i “correlati neurali della coscienza” (NCC), come il proprio sacro Graal. Potremo, infatti, suddividere in due filoni principali le più importanti teorie scientifiche sulla coscienza elaborate nell’ultimo ventennio: un approccio di natura fenomenologica/rappresentazionale contrapposto alle indagini neurali sui correlati della coscienza. Se le prime hanno fatto proprio il motto del “what is it like” nageliano⁷, le seconde hanno indubbiamente cercato (in parte nel posto sbagliato) una proprietà non del tutto localizzabile in una sola o specifica area cerebrale. La strategia teorica volta alla ricerca dei NCC ha infatti un problema di base: essa postula una relazione d’identità (o varie forme di causalità diretta, o di sopravvenienza) tra correlati neurali e contenuti fenomenici. È infatti inutile postulare una relazione d’identità (o di sopravvenienza) tra una certa configurazione neuronale e un dato stato fenomenico finché l’identità di quest’ultimo è

⁷ Ci stiamo riferendo al noto articolo di Thomas Nagel, “What is it like to be a bat” (1974) in *Philosophical Review*, n. 83.

riscontrabile solo con criteri “soggettivi”. Questo problema sembra analogo a quello posto dall’argomento del linguaggio privato di Wittgenstein: un linguaggio privato non potrebbe essere utilizzato da nessuno, perché non si potrebbe mai essere sicuri di seguire effettivamente una regola invece che solo credere di seguirla (poiché le norme che lo regolano appartengono ad una prassi pubblica e necessitano costitutivamente di interlocutori per poter vigere); allo stesso modo non si potrebbe riconoscere una certa sensazione senza avere accesso a criteri d’identità diversi dalla mera apparenza soggettiva. Potrebbe, cioè, essere una certa immagine preconfezionata della mente a guidarci verso l’orientamento neurale. La coscienza non è qualcosa che “accade” interiormente, ma piuttosto qualcosa che “facciamo”, qualcosa che accompagna costitutivamente le nostre attività pratiche all’interno di un particolare ambiente. Essa somiglia maggiormente ad un processo dinamico e situato come la danza piuttosto che ad un processo interno come ad esempio la digestione.

La spiegazione che riteniamo, allora, alternativa sarebbe quella dei modelli d’interazione dinamica tra processi neurali, il corpo e l’ambiente. Tale impostazione metodologica ci condurrà a delineare un quadro generale di un fenomeno complesso che si sviluppa in modalità e con intensità diverse. Possedere il corpo, le sue sensazioni e le sue varie parti è fondamentale per sentire di essere qualcuno. Questi aspetti specifici dell’esperienza corporea costituiscono una forma automatica di auto-attribuzione capace di integrare un certo tipo di contenuto cosciente in quello che viene esperito come il proprio sé. Numerose sono state, infatti, le “teorie del soggetto” che hanno sviluppato una spiegazione percettiva e motoria, e dunque oggi diremo più tipicamente ecologica e inquadrabile nell’ipotesi di un “bodily self” incarnato, del rapporto di mutua regolazione tra corporeità e identità dell’individuo (Damasio 1994, 1999, 2003; Edelman 1989, 1992; LeDoux, 1996, 2002). Nella maggioranza di questi casi, come vedremo, il quadro esplicativo di riferimento è direttamente riconducibile alle ipotesi evoluzionistiche sulla natura della mente, così come anche gli studi percettologici dei fisiologi del secolo scorso (Cannon, 1927, 1929;

Sherrington, 1900; Lange, 1885; James, 1884)⁸. Ad esempio, il concetto di Angelo Mosso (1901) e William James che considerava l'intero organismo come un “*sounding board*”, una superficie risonante di fronte agli stimoli emotigeni, è pensata proprio in funzione di un cervello che lavora in sinergia con il corpo e che di questa risonanza ha bisogno per apprendere e valutare i diversi stimoli dell'ambiente e sterno ed interno. In questo senso non è solo il cervello a guidare il corpo, ma anche il corpo a guidare il cervello, poiché la sua risonanza costituisce un vero e proprio sistema di valutazione primaria degli stimoli, attribuendo loro significati e scopi diversi.

La natura “incorporata” del soggetto è accompagnata da un forte recupero ecologico da parte di quello che nei prossimi paragrafi andrò a definire “paradigma sensomotorio” in filosofia della percezione. Abbracciare tale paradigma di ricerca ci consentirà di costituire un “modello minimale del sé” che si struttura all'incrocio epistemologico tra ecologia gibsoniana, sensomotricità percettologica e contenuti fenomenologici di coscienza. L'intento di questo lavoro è, infatti, quello di indagare le proprietà minimali e emergenti di un “sé corporeo”, non dimeno cosciente nella possibilità di strutturarsi attraverso la sua relazione con l'ambiente e il mondo esterno. Crediamo che questa struttura coerente potrebbe essere spiegata come l'esercizio corporeo di un know-how senso-motorio che è, dunque, sopravveniente rispetto a certe forme di attività corporea. L'esperienza di essere un “sé incarnato” (*Bodily Self*) (Hurely, 1998; Legrand, 2006) è una costruzione olistica, caratterizzata da relazione parte-tutto e proveniente da fonti molto diverse. Tentare di costruire una teoria

⁸ Ci stiamo riferendo in modo particolare alla disamina tra teorie “centraliste” e “periferiche” sulla coscienza. La “Teoria periferica delle emozioni” (periferica in quanto legata al sistema nervoso periferico) espressa da James nei *Principles* (1890) capovolge l'idea comune secondo cui alla percezione di uno stimolo segue un'emozione, che è anche accompagnata da manifestazioni a livello somatico; James sostiene al contrario che la manifestazione somatica precede l'emozione, che successivamente viene riconosciuta a livello cognitivo. In altre parole non c'è emozione senza modificazioni somatiche, ma queste ultime non possono da sole essere considerate emozioni, poiché consistono nell'esperienza soggettiva delle modificazioni corporee e somatiche. Questa visione “soggettivistica” delle emozioni e della coscienza non è molto dissimile da quella elaborata da Antonio Damasio e la ritroveremo nella spiegazione motoria sul “codice rappresentazionale comune” della simulazione incarnata, cui è dedicato l'ultimo capitolo di questo lavoro.

minimale del sé e della coscienza ha in buona parte a che fare con le proprietà di basso livello dell'agente, e dunque con il senso di "agentività", "locazione" e "appartenenza". La possibilità di prestare attenzione ai dettagli di basso livello ci consentirà, infatti, di spiegare l'emergenza di quella che in letteratura scientifica viene contraddistinta come "ipseità fenomenica minimale" (Blanke e Metzinger, 2009; Blackmore, 1984, 2002). Sosterremo che la possibilità di riconoscersi come soggetti integrati e continui di esperienza muove dall'integrazione di rappresentazioni corporee che unificano l'esperienza riflessiva della coscienza. Il riconoscimento individuale si fa progressivamente nel corso dell'evoluzione dei mammiferi in stretta correlazione alla crescente capacità di intrattenere differenti e sempre più complesse forme di relazione con i con specifici. La relazione fra organismo e ambiente ne costituisce, dunque, un aspetto assolutamente imprescindibile. Proprio in questo senso, ripensare la coscienza a partire dal suo statuto fenomenologico e, quindi, corporeo significa eleggerla a base stessa dell'appropriazione del sé; locus di elaborazione implicita di quel sapere che guida motivazioni, azioni e pensieri. Significa non in ultimo strapparla a quella concezione che la vede ora scatola nera biologica opposta alla mente-cervello e alla cultura, ora semplice appiglio di discorsi politici normativizzanti. È alla luce di queste considerazioni, che nel concetto di *embodiment*, sorge in una rinnovata veste teorica lo statuto fenomenologico dell'esperienza di sé attraverso quei meccanismi percettivi e cognitivi che guidano la corporeità dell'azione. A venir meno è tutta quella serie di opposizioni alla base stessa del nostro concepire le relazioni tra individuo, corpo, natura, cultura e società. Assumere infatti il corpo come luogo di elaborazione di sapere, come costruito culturale, come motore stesso di azione morale e sociale, come luogo di un'informale processo di apprendimento, come luogo di elaborazione dei nostri stessi criteri percettivo-valutativi, porta ad abbattere le opposizioni epistemologiche più classiche del pensiero occidentale: mente-corpo, individuo-società, azione-struttura, natura-cultura, teoria-prassi. La corporeità ci consente cioè di realizzare quella mediazione tra livelli a lungo auspicata: ossia rendere possibile la messa a punto di un sapere scientifico capace di rendere conto

tanto della sfera soggettiva dell'esperienza, quanto della dimensione sociale nella quale è pur insito il soggetto.

1.2 Sul concetto di *embodiment*

L'approccio ecologico alla percezione, sviluppato dallo psicologo statunitense James Gibson (in particolare nei lavori del 1966 e 1979) rappresenta una prefigurazione di buona parte delle intuizioni del paradigma sensomotorio, avallato tra gli altri da O'Regan, Thompson, Varela, Brooks e Ballard. Così come è già stato per l'approccio ecologico, le teorie sensomotorie odierne prendono, infatti, vigorosamente di mira uno dei cardini teorici del funzionalismo classico: il principio dell'autonomia degli stati e dei processi mentali da qualsiasi sostrato fisico. Nella maggioranza dei casi lo fanno rivalutando il ruolo della corporeità per una comprensione più estesa della mente e, per quanto ci riguarda in particolare degli aspetti percettivo-fenomenologici della coscienza. Tali ricerche possono essere inglobate nel cosiddetto paradigma della *Embodied Cognition*, che considera la corporeità (intesa in virtù delle capacità senso-motorie che consentono agli organismi viventi di interagire con successo all'interno del proprio ambiente) come condizione necessaria per lo sviluppo dei processi cognitivi e sociali (Clancey, 1997; Clark, 1997; Freeman e Núñez, 1999; Hutchins, 1995; Johnson, 1987). Questo metodo di ricerca, sostenendo la natura incarnata (*embodied*) della cognizione, propone una riforma del modo di concepire il rapporto tra soggetto cognitivo e mondo esterno, sia nella teoria che nella prassi scientifica. Dire che la mente è "incorporata" non vuol dire solamente sottolineare il ruolo del corpo nella cognizione. Se così fosse lo studio della mente incorporata sarebbe tutto incentrato sull'agente cognitivo. Se essere incorporati significasse semplicemente avere un corpo, allora un pesce che nuota in uno stagno sarebbe altrettanto incorporato che un pesce sul banco del pescivendolo (Dautenhahn, 2002). L'essere incorporati, quindi, non è una proprietà degli agenti cognitivi presi in isolamento, ma in quanto facenti parte di un ambiente.

È proprio l'attenzione alla relazione dinamica tra soggetto e ambiente a contrapporre questo approccio al cognitivismo classico. L'impostazione classica delle scienze cognitive, denominata talvolta più semplicemente "cognitivismo", conferisce un ruolo di primo piano al concetto di "rappresentazione". Sfruttando la metafora della mente come computer, i processi cognitivi sono descritti come computazioni su simboli che rappresentano aspetti del mondo esterno. Ad esempio per rispondere a una classica domanda sulla percezione visiva, ossia come otteniamo quotidianamente la nostra ricca esperienza visiva da uno stimolo essenzialmente povero, il cognitivismo tenta di colmare la differenza ricercando meccanismi all'interno della mente che ricostruiscano una rappresentazione dell'ambiente esterno e possano ovviare alla povertà dell'informazione tramite inferenze induttive⁹. I famosi studi condotti da David Marr e Richard Gregory sono esempi di tal genere (Marr, 1982; Gregory, 1980). Sebbene essi abbiano portato a valide ipotesi sui processi computazionali che sottendono la percezione visiva, in questa prospettiva il ruolo del soggetto nella percezione è passivo, ossia il soggetto essenzialmente riceve informazioni che poi elabora per produrre output in risposta a determinati compiti da risolvere. In quest'ultimo caso, infatti, l'oggetto d'indagine altro non è che l'individuazione funzionale dei processi cognitivi e la localizzazione delle strutture computazionali che li sottendono. Questo ha condotto alcuni autori a criticare questa metodologia poiché da essa dipenderebbe una scissione tra soggetto e ambiente che conferirebbe al soggetto un ruolo passivo. Nello specifico, infatti, la critica mossa dai principali esponenti del paradigma incorporato porta ad una rivalutazione del concetto di mente (e con esso quello di coscienza) non più da intendere come una sorta di "black box" interna cioè connaturata a processi esclusivamente neuronali o in stretto debito esplicativo con il nostro cervello, ma a qualcosa di più basilare che permette

⁹ L'argomento sulla povertà dello stimolo è data da due fattori: la povertà delle informazioni provenienti dall'esterno (ad esempio l'informazione proveniente dall'ambiente è insufficiente a determinare complesse relazioni come la profondità di una scena) e i limiti strutturali dell'apparato percettivo-visivo.

di spiegare l'instaurarsi di una relazione tra l'individuo e l'ambiente, ponderando non in ultimo l'attività di esplorazione degli organismi animali all'interno della propria "nicchia ecologica" di riferimento. Essere coscienti risponde così per molti versi ad un'attività corporea relativa ad un sistema percettivo dinamicamente coinvolto nel suo ambiente, qualcosa che l'animale ottiene nella sua interezza e di cui il cervello rappresenta solo una parte dell'intera organizzazione funzionale.

Non a caso una seconda importante critica è mossa a riguardo dello stesso significato di "processo cognitivo" che alla luce di alcuni autori sarebbe eccessivamente pesato dalle elaborazioni interne della nostra scatola cranica finendo, così, col trascurare l'esperienza fenomenologica che il soggetto ha dei processi medesimi proprio a livello esperienziale (Varela, Thompson e Rosch 1991). Secondo Varela, ad esempio, il cognitivismo classico sarebbe caratterizzato da "ansia cartesiana", ossia dalla tendenza a cercare un'origine fissa e stabile per la conoscenza del soggetto nel mondo esterno. Queste critiche conducono l'ipotesi di una mente incorporata a proporsi come valida alternativa al cognitivismo classico¹⁰.

È a partire da questi presupposti che sotto l'oramai famosa dicitura di "cognizione incarnata", spesso, ci troviamo a sottendere più teorie variamente etichettate come *enactive* (Thompson, Varela e Palacios, 1992; Thompson, 1995; Noë, 2005), *embodied* (Clark, 1997), *situated* (Brooks, 1991; Pylyshyn, 2000), *animate* (Ballard, 1991) *self-organized cognition* (Kelso, 1995), ma che di fatto convergono sui motivi propositivi e polemici di fondo. Ciò che, difatti, accomuna i differenti approcci dei principali autori appena citati è l'importanza del rapporto tra soggetto e ambiente che resta al centro di una visione incorporata della cognizione. In questa prospettiva i sistemi cognitivi sono situati, sottoposti a vincoli temporali, reattivi, estesi e supportati dall'ambiente esterno. Un sistema cognitivo è situato in quanto legato ad un contesto, ciò equivale a sottolineare il fatto che esso è circondato da un ambiente con il quale interagisce continuamente

¹⁰ Sarebbe, dunque, più corretto dire che la percezione non è da considerarsi un procedimento durante cui analizziamo passivamente delle informazioni, ma un processo attivo durante il quale esploriamo l'ambiente esterno. Il punto di partenza dell'analisi sul funzionamento dei sistemi percettivi è, cioè, spostato dal soggetto all'ambiente, o meglio al rapporto che scaturisce nello stretto legame tra soggetto e ambiente (Gibson, 1972).

e in modo autonomo, con un meccanismo di tipo “autopoietico” (Maturana e Varela, 1980, 1992)¹¹. Un sistema è autopoietico, ad esempio, se le sue parti interagiscono in modo tale da mantenere se stesse e le relazioni che determinano l'identità del sistema. Questo permette, ad esempio, a una cellula di essere considerata come un sistema chiuso, seppur mantiene un'intima reciprocità con l'ambiente che la circonda. In tale reciprocità due sistemi sono strutturalmente appaiati e la loro esistenza dipende dalla loro capacità di adattarsi ai cambiamenti e di riportare entro determinati valori le loro variabili sistemiche dopo ogni cambiamento, ripristinando l'equilibrio perduto.

Il secondo aspetto sul quale il paradigma concentra l'attenzione è l'importanza del fattore temporale che porta a una revisione di alcuni aspetti della cognizione. Se nel cognitivismo classico un organismo ricostruisce dettagliate rappresentazioni del mondo esterno, considerando il fattore temporale questo può contribuire a un rallentamento nella computazione dell'informazione. In un essere vivente che deve reagire prontamente ai cambiamenti ambientali è probabile trovare soluzioni alternative. Studi nel campo della robotica, della psicologia cognitiva e della biologia hanno evidenziato l'esistenza di meccanismi che evitano quello che è stato definito da Brooks (1991) “collo di bottiglia rappresentazionale”¹². Ciò non vuol dire

¹¹ Ricercatore e docente di neurobiologia, Humberto Maturana ha formulato insieme a Francisco Varela una teoria incentrata sul concetto di *autopoiesi*, termine coniato unendo le parole greche *auto* (“se stesso”) e *poiesis* (“creazione” o anche “produzione”). Il concetto è così definito da Varela: «Un sistema autopoietico è organizzato come una rete di processi di produzione di componenti che produce le componenti che attraverso le loro interazioni e trasformazioni rigenerano continuamente e realizzano la rete di processi che le producono e la costituiscono come un'unità concreta nello spazio in cui esse esistono, specificando il dominio topologico della sua realizzazione in quanto tale rete». In sintesi un sistema autopoietico è un sistema che ridefinisce continuamente se stesso ed al proprio interno si sostiene e si riproduce. Quello che distingue i componenti della ‘lista del vivente’ è questa capacità di mantenere l'identità grazie a un sistema di trasformazioni coordinate e organizzate, facenti parte del sistema stesso. Questo insieme di trasformazioni e la loro auto-organizzazione sono le chiavi del concetto di *autopoiesi*, e determinano e caratterizzano l'interazione del vivente con l'ambiente esterno, dall'evoluzione all'ecologia: il mondo è visto dall'interno del sistema vivente stesso.

¹² Il paradigma cognitivista è, nei fatti, caratterizzato da un modulo molto importante per l'elaborazione delle informazioni sensoriali, il cui effetto è quello di produrre la necessaria fusione dei dati sensoriali provenienti dai diversi sensori eterogenei, permettendo così un aggiornamento consistente (*belief revision*) della rappresentazione simbolica interna (*rappresentazione della conoscenza*). Pertanto, il primo *collo di bottiglia* con cui il paradigma gerarchico deve fare i conti è proprio il modulo “sense” il cui compito è quello di raccogliere i dati provenienti dai moduli (*driver*), che controllano i singoli sensori, per

eliminare del tutto l'esistenza di forme rappresentazionali dai sistemi cognitivi, piuttosto riconoscere l'esistenza di diverse strategie per risolvere il problema di una cognizione che agisce in tempo reale. In ultimo, concepire la cognizione come un'attività attiva, incarnata e dinamica ha portato a conferire un ruolo di maggior importanza all'esperienza che il soggetto ha di essa. In questo senso l'idea di una mente incorporata rimanda al metodo fenomenologico delineato da Husserl (1893-1917)¹³ e in particolare alla filosofia della percezione di Merleau-Ponty (1945)¹⁴. L'analisi fenomenologica ha infatti il pregio di essere incentrato sul modo in cui gli oggetti del sapere si costituiscono *nel* e *per* il soggetto. Possiamo notare a tal proposito, come questa stessa posizione filosofica abbia notevolmente influenzato la teoria della percezione sviluppata in seguito da James Gibson, per cui il mondo non viene percepito in modo indifferenziato ma offre agli esseri animati delle opportunità di azione, delle *affordances* specifiche per la propria specie¹⁵.

ottenere l'informazione sensoriale complessiva. Ad onor del vero, i sensori considerati dal modulo "sense" sono visti già ad un livello di astrazione (sensori virtuali) rispetto ai sensori reali. Il carico computazionale del *paradigma gerarchico* tende, dunque, ad essere distribuito più sull'input che sull'output per via dell'elaborazione piuttosto pesante a carico dei moduli sensoriali.

¹³ Husserl ha il merito di aver evidenziato la stretta connessione che c'è tra percezione e cinestesia, ovvero il senso del movimento. Il nostro movimento incorporato è parte del vedere, del toccare, dell'udire, con ciò stesso plasma la nostra comprensione percettiva del mondo. I nostri organi percettivi funzionano insieme con l'esperienza cinestetica del corpo. Il mio movimento, il mio fare qualcosa, è "legato assieme in un'unità completa". Il modo in cui appaiono gli oggetti nella percezione non è indipendente, cioè, dalla dimensione cinestetica: esse operano congiuntamente per produrre il significato compiuto degli oggetti.

¹⁴ Sin dalla sua prima opera, Merleau-Ponty si era proposto di comprendere il problema specifico dei "rapporti di coscienza e natura" come studio della relazione del soggetto con le condizioni organiche della sua vita. L'interrogazione di tale rapporto è il tema centrale della *Phénoménologie de la perception* (1945). Lo studio della percezione articolato dal filosofo in quest'opera è orientato in modo specifico alla comprensione della percezione quale modalità originaria della coscienza. Grazie alla tematizzazione dello statuto fenomenologico della soggettività corporeo-percettiva, Merleau-Ponty può risalire al momento genealogico in cui la coscienza non è ancora intrappolata nella classica distinzione di esteriore e interiore, di empirico e trascendentale. La soggettività, ripensata a partire dal suo radicamento corporeo al mondo come *être-au-monde*, è concepita come correlato ontologico della corporeità stessa del mondo. Il mondo che si scopre all'interno di tale correlazione originaria è un mondo accessibile al soggetto corporeo, in quanto è esso stesso "pregnante" della propria forma, e non in quanto materiale inerte che una coscienza raccoglierebbe e unificherebbe in oggetto rappresentato. La percezione considerata a partire dalla sua analisi interna, e cioè a partire da nozioni che la stessa esperienza percettiva suggerisce, appare come il fondo non tematizzato e preriflessivo di ogni conoscenza oggettiva e ideale.

¹⁵ Il termine è stato introdotto da James Gibson nel 1966 nel libro "The Senses Considered as Perceptual Systems". Possiamo considerare l'affordance come quell'insieme di azioni

Il corpo diviene così un interfaccia fra mente e mondo non nell'accezione di collettore di stimoli, ma in quanto teatro stesso dell'azione, in grado di permettere la fusione fra il pensiero e lo specifico contesto ambientale. Gli esseri umani, infatti, interagiscono continuamente con l'ambiente in cui si trovano mantenendo all'interno di esso una continuità nelle attività che svolgono in piena autonomia. Poiché l'oggettività in questa prospettiva emerge entro i confini della soggettività, la distinzione tra soggetto e oggetto presente nell'epistemologia tradizionale è abbandonata, a favore di una correlazione tra mente e mondo che cerca di comprenderli entrambi senza considerare alcuno dei due come dato. In tal senso il mondo che circonda il soggetto, e il modo in cui è attivamente inserito (*embedded*) divengono essenziali nello studio dei sistemi del sapere¹⁶.

L'idea di una "mente incorporata" riprende, ampliando l'impostazione ecologica e fenomenologica di un'analisi esperienziale, e sottolinea soprattutto come l'ambiente sia rilevante non solo durante le prime fasi dello sviluppo, ma continua il suo ruolo di impalcatura anche dopo che tali capacità sono state acquisite. Uno esempio efficace può essere rintracciato nella tendenza a scaricare parte del peso computazionale di determinate azioni sull'ambiente. In tal senso gli agenti cognitivi compiono quelle che

che un oggetto invita a compiere su di esso. Il termine *affordance* infatti può, in questo contesto, essere tradotto con "invito". Basti dire al momento che questo concetto non appartiene né all'oggetto stesso né al suo usufruttore ma si viene a creare dalla relazione che si instaura fra di essi. È, per così dire, una proprietà "distribuita" a partire dalla corporeità e dalle funzioni organiche e percettive di un animale che si strutturano nel proprio ambiente di azione.

¹⁶ La psicologia cognitiva riconosce da tempo l'importanza dell'ambiente nello sviluppo di molte facoltà. Nelle teorie enattive ed incorporate del soggetto è così che difatti il "costruttivismo psicologico" spesso viene a costituire un importante quadro teorico di riferimento che vede il soggetto che apprende quale reale protagonista di un processo di costruzione della propria conoscenza. Le prime dirette conseguenze riguardano l'impossibilità di una distinzione netta tra colui che osserva e chi è osservato, perché entrambi si definiscono come tali attraverso la reciproca interazione. Ciò che viene osservato non sono cose, proprietà o relazioni di un mondo che esiste indipendentemente dall'osservatore, bensì delle distinzioni effettuate dall'osservatore stesso, in seguito alla propria attività nell'ambiente. Sempre più di frequente questo approccio risulta congruente con i più recenti sviluppi sull'epistemologia del soggetto. In Piaget (1967) troviamo un "costruttivismo interazionista", che considera l'interazione del soggetto con i dati provenienti dall'ambiente esterno, non meglio definito. In Vygotsky (1978) assume una rilevanza determinante l'interazione sociale, consentendoci di definire il suo pensiero "costruttivismo sociale". Bruner (1988) sottolineando il ruolo della cultura, contribuisce a dare un'ulteriore connotazione, il "costruttivismo socio-culturale".

Kirsh definisce “azioni epistemiche”, ossia azioni mirate a modificare l’ambiente esterno così da codificarvi una parte dell’informazione e da renderla accessibile in futuro (Kirsh, Maglio 1994). Compriamo un’azione epistemica, quando scegliamo di effettuare un calcolo su di un foglio invece che a mente qualora si tratti di un calcolo complesso. In questo caso utilizziamo un sistema simbolico e un supporto esterno, per scaricare parte del carico mnemonico. Questo è uno degli aspetti più controversi e rinvia gli interrogativi sulla possibilità di una mente incorporata al ruolo che assume l’ambiente nel supportare i sistemi cognitivi. L’interrogativo trae origine da un controverso articolo di Clark e Chalmers (1998), dove gli autori sostengono che il ruolo dell’ambiente in molti compiti cognitivi è talmente essenziale da renderlo parte integrante dei processi stessi. L’esempio celebre è quello del rapporto tra un cieco e il suo bastone. Con l’utilizzo il cieco diviene abituato ad utilizzare il bastone come estensione delle sue capacità percettive, fino a non saper indicare dove queste finiscono e dove comincia la materia esterna¹⁷. Un sistema cognitivo non troverà dunque la sua implementazione solo al livello neurologico, ma s’intenderà come distribuito attraverso il sistema costituito dal soggetto e il suo ambiente. Tuttavia, per i sostenitori di una “mente estesa” è proprio qui che cominciano i problemi. La natura biologica di certi processi di pensiero non ha un qualche ruolo funzionale e la stessa idea di superamento dei confini tra mente corpo e ambiente implica questa conclusione, che diviene addirittura emblematica in “*Natural Born Cyborgs*” (Clark, 2003), dove è appunto l’essere *Cyborg*, unione di organico e cibernetico, che caratterizza la natura umana: «è nella nostra fondamentale natura umana annettere, sfruttare e incorporare materia non biologica nelle profondità dei nostri

¹⁷ In *Extended Mind* (1998) Clark e Chalmers iniziano il loro saggio chiedendosi “Dove finisce la mente e dove comincia il resto del mondo?”, e rispondono criticando la tradizionale visione secondo cui gli stati mentali sono interni all’organismo: «non c’è nulla di sacrosanto nel cranio e nella pelle. Ciò che fa sì che qualche informazione conti come credenza è il ruolo che gioca, e non c’è alcun motivo per cui tale ruolo non possa essere svolto dall’esterno del corpo». (*ivi*, p. 14). Il che significa che non solo il cervello ma anche il corpo e l’ambiente cooperano al raggiungimento dei nostri compiti cognitivi, e che ciò è ottenuto in un modo così fluido e interconnesso da originare un unico flusso causale integrato, nel cui ambito (e per gli scopi scientifici dell’analisi del comportamento) le usuali distinzioni tra interno ed esterno perdono ogni utilità. Possiamo quindi dire che per gli autori la mente si estende al di là dei confini del cranio, e permea la struttura fisica del corpo e quella fisica e culturale dell’ambiente esterno.

profili mentali» (ivi, p. 98). Nel descrivere la teoria dell'io di *Natural Born Cyborgs*, egli parla di una *no-self* (o “quasi-*no-self*”) *theory*, di una teoria che nega, o depotenzia ontologicamente in modo radicale, l'esistenza dell'io. Una prospettiva «secondo la quale (ciò che normalmente consideriamo) l'io è una coalizione frettolosamente costituita di elementi biologici e non biologici, i cui membri variano e sfumano a seconda del tempo e dei contesti» (*ibidem*, p. 177). Naturalmente, ammette Clark, una posizione di questo tipo deve fronteggiare numerose obiezioni, a partire da quelle dell'unità dell'io e della reidentificazione del soggetto in momenti diversi. È chiaro che più il legame tra i componenti della “coalizione” è debole, più è difficile trovare delle risposte soddisfacenti. Per esempio, più distribuiamo nell'ambiente i processi cognitivi, più appare complicato considerare un agente come responsabile delle sue azioni. In ogni caso i problemi più grossi sorgono per la nozione di “coscienza fenomenica”: fortemente slegata dal corpo le rimane uno statuto cerebrale che non trova ragione di essere se non nei suoi aspetti epifenomenici¹⁸. Occorre, pertanto, evitare di cadere in una facile e comoda “ideologia della testa vuota” (Marconi, 2005) e quindi propagandare una sorta di plasticità totale del cervello e della mente in modo da evitare questioni spinose legate alle differenze genetiche, che pur esistono ma che si cerca di azzerare anche alla luce degli orrori che l'umanità ha commesso in nome di un mal interpretato biologismo evoluzionista e “darwinista”. La “testa vuota”, in realtà, dovrebbe essere interpretata come l'accesso fondamentale e immediato che abbiamo al mondo e il modo principale in cui il mondo entra dentro di noi.

La visione embodied della conoscenza, ha il merito di mettere in risalto la plasticità insita in molti sistemi cognitivi e che vedremo essere essenziale anche nello studio dell'impalcatura cognitiva dell'intersoggettività. La tesi vuole che il corpo è collocato sempre in un suo

¹⁸ Lo stesso David Chalmers nella prefazione dell'ultimo libro di Andy Clark *Supersizing the Mind* (2008), scrive: «per quanto riguarda la domanda più importante, “è possibile estendere la coscienza?” in realtà credo che si estendano solo le componenti non fenomeniche (non coscienti) degli stati mentali» (ivi, p. 14).

genere di spazio, mentre è allo stesso tempo il punto in cui origina lo spazio percettivo delle possibilità pratiche ed esperienziali dell'individuo. Come scrive Alfredo Paternoster (2010) è solo con l'emergere del "paradigma sensomotorio" che si riesce ad uscire da una rigida schematizzazione di tipo funzionalista in cui si ipotizzano tre strati della mente: ossia percezione, cognizione e azione, in cui il cervello rappresenta il momento di elaborazione finalizzato alla "scelta del comportamento più appropriato". Attraverso il paradigma senso-motorio piuttosto è andata delineandosi una visione in cui «percezione ed azione vengono considerate un sistema unico e la cognizione stessa, anziché essere considerata un'attività simbolica, è profondamente inquadrata nelle capacità motorie dell'agente» (ivi, p. 13).

L'emergenza del paradigma senso-motorio che trova nell'embodied cognition la sua sistematizzazione principale, suggerisce, dunque, un modo del tutto nuovo di pensare la natura della percezione, con notevoli ricadute sulla fenomenologia della coscienza. Non in ultimo sul modo di intendere la natura del soggetto d'esperienza, piegata fino a non poco tempo addietro ad una visione duale, introspezionista ed epifenomenica degli stati mentali. Per comprendere quali siano le sorgenti della nostra esperienza occorre sì guardare a quei processi neurali dentro la "black box", ma occorre farlo nel contesto della relazione che un essere cosciente intrattiene con il mondo intorno a sé. Occorre cioè inserire all'interno del nostro campo d'indagine quelle relazioni dinamiche che oltrepassano la non poi così magica membrana che delimita la nostra testa. Crediamo, infatti, che l'emergenza di una coscienza percettivo-fenomenologica possa essere considerata come una sorta di abile adattamento agli oggetti e all'ambiente. Lo stesso vale per il corpo che all'interno di quella che abbiamo definito come una sua rivisitazione ecologica tra senso-motorio e fenomenologico, assume un peso di non poco conto permettendoci di affrontare e ricongiungere due tappe tematiche di estremo interesse scientifico per la costruzione identitaria del soggetto: il senso di presenza, ovvero il carattere di immediatezza dell'esperienza percettiva e la struttura di tale esperienza, per indicare il senso e la legittimità di un'analisi fenomenologica di cui anche l'approccio sensomotorio, come si è visto, vorrebbe totalmente riappropriarsi.

La prima mossa da fare per spiegare, dunque, la natura incorporata del soggetto risiede, allora, nella stessa possibilità di inquadrare l'esperienza agentiva del soggetto attraverso la storia filogenetica e ontogenetica della cognizione, non in ultimo nell'impresa di naturalizzare lo stesso termine "esperienza" proprio per individuare quelle variabili fenomeniche di *expertise* corporeo determinanti il fenomeno percettivo e agantivo del soggetto. Questo ci conduce in prima istanza a considerare il comportamento degli organismi come intelligente e adattativo, abbracciando le vesti di un funzionalismo biologico che considera le "expertise" incorporate del soggetto come attività pratiche spiegabili all'interno di un'ottica evolutiva e continuista.

1.2.1 Il rapporto funzionale tra agente e ambiente

La ragione fondamentale che porta a parlare di "incorporamento" adotta le vesti di un funzionalismo biologico, diciamo, maggiormente corporeo e pragmatico che è notevolmente soppesato dalla teoria dell'evoluzione di Darwin (1859; 1889)¹⁹. Il mirino della psicologia evoluzionistica chiama infatti a rapporto un'idea di corporeità e coscienza strettamente connessa alle forme di "expertise" organizzate in funzione dell'organismo nella formazione degli adattamenti prodotti all'ambiente. Chiaramente si tratta di scandagliare le necessità-virtù della natura umana dentro l'orizzonte

¹⁹ In contrapposizione con l'impostazione classica delle scienze cognitive, all'interno di una visione situata della cognizione, la conoscenza non viene costruita per mezzo di un processo di aggregazione e organizzazione di informazioni salienti provenienti dal mondo esterno, ma deriva da cicli percezione-azione in cui la mente e il mondo continuamente si confrontano. Motore dell'evoluzione biologica è la selezione naturale che effettua un'incessante azione discriminante sui caratteri sia fisici che comportamentali degli organismi. In questa prospettiva l'individuo è un organismo aperto, caratterizzato da un incessante scambio di informazione e conoscenza specifica con l'esterno. Ne risulta che tanto il comportamento umano quanto il funzionamento mentale, nel suo insieme e in ogni singola attività, devono essere analizzati alla luce delle leggi generali che regolano i sistemi viventi. Le conoscenze specifiche che un organismo acquisisce, progressivamente nel tempo, si integrano con quelle preesistenti, favorendo così l'incremento della complessità del sistema. La mente si manifesta nel momento in cui le interazioni con il mondo esterno si riflettono e in qualche modo modificano lo stato interno di chi ha richiesto l'interazione.

dell'indagine biologica, in particolare dentro il quadro dell'evoluzionismo darwinista (Ferretti, 2007, 2010, 2011; Pievani, 2005). Sostenere, infatti, che la mente quanto la coscienza siano fattori incarnati e/o incorporati all'agente, cioè rintracciabili nelle sue dinamiche percettive e motorie, significa in primo luogo rivalutare il ruolo *attivo* che l'organismo assume nel processo evolutivo di adattamento all'ambiente²⁰. Ciò pone un problema fondamentale a chi ha la pretesa di studiare scientificamente l'emergenza della coscienza: l'esigenza di rendere conto oggettivamente dalla dimensione "qualitativa" del soggetto attraverso il rigore del metodo scientifico. L'obiettivo è quello di cercare di vedere se sia possibile sfruttare favorevolmente, una posizione ecologica nello studio dei processi di costruzione cognitiva del soggetto soprattutto al di fuori di ogni dicotomica forma di conoscenza. Da un punto di vista pratico significa inquadrare il corpo come un'unità di comportamento e volontà; significa poter ripartire dal principio e catalogare l'esperienza non come un "fascio di percezioni vuote e primitive", ma come qualcosa di dinamico che conferisce unità e significato agli eventi coinvolti. Se la mente non è né nel cervello né fuori di esso, allora è da identificare con un insieme enorme di processi che si sviluppano nel tempo e nello spazio, che fanno parte dell'ambiente esterno così come delle strutture cerebrali coinvolte nelle attività pratiche dell'agente. È a tal proposito che Bateson (1972), ad esempio, seguendo un'ipotesi evoluzionistica caratterizzava la mente umana come "ecologica", in grado cioè di integrarsi flessibilmente con l'ambiente attraverso un continuo processo evolutivo. Capire l'evoluzione e la funzione di un processo significa, di conseguenza, poter considerare un organismo a partire

²⁰ Lo studio della cognizione umana come strettamente legato all'azione e all'interazione con il contesto in cui gli agenti operano, ha ricevuto più ampio consenso nella comunità scientifica solo a partire dal secolo scorso. Da un paradigma strettamente computazionale, largamente diffuso nelle scienze cognitive (Fodor, 1983, 2001; Fodor e Pylyshyn, 1981), si è più recentemente giunti a una visione della conoscenza umana legata alla possibilità d'azione e interazione significativa con il mondo (Gibson, 1977; Edelman, 1992; Damasio, 1994; Clancey, 1997; Glenberg et al., 2001). Gli studi sulla cognizione e sull'apprendimento si sono, così, spostati da un punto di vista che enfatizzava gli aspetti astratti del pensiero, governati da regole formali, non biologici e indipendenti dai fattori culturali, verso una visione che vede la mente 1) situata nel contesto, 2) orientata all'azione, 3) olistica e legata profondamente a 4) principi di natura biologica.

dalla sua notevole complessità di struttura. I termini di questa definizione, come sottolineato da Anderson e Bothell (2004), evidenziano i seguenti aspetti:

1) La cognizione, come ogni forma di adattamento, ha una storia evolutiva, il cui studio è indispensabile per capirne la funzione;

2) La cognizione è adattiva, infatti migliora le possibilità di sopravvivere e riprodursi, perché consente di interagire più efficacemente con l'ambiente;

3) La cognizione si è evoluta in ambienti specifici come risposta a specifici problemi, quindi è legata alla struttura e alle caratteristiche di questi ambienti e di questi problemi;

4) La cognizione si è evoluta in organismi con specifici attributi fisici, corpi di un certo tipo con precise caratteristiche che l'hanno indirizzata, nel contesto di un certo sistema fisico.

Cambiamenti di prospettiva che derivano dai movimenti dell'animale, la morfologia del suo corpo e le caratteristiche fisiche dei suoi organi sensoriali sono importanti tanto quanto il modo in cui il cervello raccoglie e processa le informazioni che riceve da questi stessi organi. L'organo fisico che supporta la cognizione, il sistema nervoso centrale, è anche l'organo responsabile della percezione e dell'azione per cui la mente è principalmente il sistema di controllo del corpo in uno specifico contesto fisico, simbolico e culturale. Questo si traduce in un'enfasi sul ruolo dell'ambiente nello sviluppo dei processi cognitivi emergenti dall'interazione tra gli organismi e l'ambiente stesso. In questo modo non si trascura di catturare il modo in cui mente, corpo e mondo interagiscono mutuamente e si influenzano l'un l'altro al fine di promuovere il successo adattivo di un organismo.

La prospettiva embodied si configura quindi come un'alternativa ai modelli di cognizione classici, basati sul processamento dell'informazione con il suo focus sui processi cognitivi interni, sulle rappresentazioni astratte e sulla computazione. Studiare la cognizione a livello di concetti astratti non è più l'unico itinerario che merita di essere seguito, ma c'è posto per lo

studio di organismi viventi più “semplici”, ma che comunque mostrano di essere adattivi. Come sottolineato da Lakoff e Johnson (1999) «il corpo è, da una parte, la cornice di riferimento nella quale tutte le nostre esperienze avvengono, dall'altra, il corpo diviene, attraverso i sensi, il principale legame fra la mente e il mondo» (*ivi*, p 43). Le capacità cognitive e le pratiche culturali coinvolgerebbero, in ultimo, la sfera qualitativa del soggetto e gli aspetti multisensoriali della azioni che garantirebbero un radicamento cognitivo all'ambiente. Questi aspetti garanti di *expertise* corporeo, convivono appunto secondo un canone multimodale che ben si presta a chiamare in causa il ruolo che l'espressività corporea tutta riveste nell'acquisizione riflessiva del sé e del linguaggio. Ad esempio Gallese e Lakoff (2005), neurologo l'uno, linguista l'altro, a tale proposito scrivono:

anche la conoscenza concettuale è embodied, cioè è mappata nel nostro sistema senso-motorio che non solo fornisce la struttura al contenuto concettuale, ma caratterizza il contenuto semantico dei concetti conformemente al modo con cui noi funzioniamo nel mondo col nostro corpo (p. 56)

Secondo l'approccio “incarnato”, infatti, le strutture nervose che presiedono all'organizzazione dell'esecuzione motoria delle azioni svolgerebbero un ruolo anche nella comprensione semantica delle espressioni linguistiche che le descrivono. Si è visto infatti come la partecipazione di determinate parti del corpo durante l'elaborazione dei concetti riferiti a un'azione o a un oggetto può attivare le aree senso-motorie corrispondenti, non solo quando produciamo azioni con quelle parti del corpo ma anche quando l'azione è eseguita da qualcun altro e osservata dal partecipante o quando è solo immaginata (Arevalo, 2008). Queste forme di adattatività e plasticità dell'organismo rappresentano la possibilità più naturale di conoscenza che è ottenuta attraverso l'interazione con l'ambiente e basata su un indivisibile ciclo percezione-azione. È mutuata da Gibson, infatti, l'idea di “risonanza” tra un certo sistema e certi aspetti del mondo esterno, e cioè la variante relazionale che l'informazione (e dunque buona parte dalla nostra conoscenza) nasca dall'interazione tra agente e ambiente. I concetti di “contingenza senso-motoria” e “risonanza mentale” sono, difatti, funzionali all'idea di un modello “isomorfo” tra sistema nervoso e ambiente

che guida l'animale nel suo comportamento, cioè nelle sue forme di expertise adattivo. Questo forma di isomorfismo biologico e funzionale è efficacemente riassunta nelle parole di Ester Thelen (2001):

Dire che la cognizione è incarnata significa che emerge dalle interazioni corporee con il mondo. Da questo punto di vista, la cognizione dipende dal tipo di esperienze che derivano dall'aver un corpo con particolari caratteristiche percettive e motorie che sono inseparabilmente legate e che insieme formano la matrice all'interno della quale emozione, azione e linguaggio e tutti gli altri aspetti della vita sono inseriti (p. 35).

Mentre il cervello, per lungo tempo, era stato concepito come l'unica sede dell'intelligenza, molti ricercatori hanno enfatizzato il fatto che il cervello è inserito in un corpo, in un contesto, in una cultura. Nelle neuroscienze (Ballard, 1991, 1996), in psicologia (Smith e Thelen, 2003; Barsalou 1999), nell'intelligenza artificiale e nella robotica (Pfeifer e Scheier, 1999), in linguistica (Lakoff e Johnson, 1999) e filosofia (van Gelder 1998; Zeimke, 2002) si è osservata un'estensione del dominio della cognizione: essa non è più limitata al processamento simbolico di informazioni interne, ma implementata in vari processi senso-motori (movimento, percezione, emozioni) e vari substrati (membra, corpi, artefatti). La costante interazione senso-motoria, il ruolo dell'azione nella percezione e nell'apprendimento, il legame tra organismi e ambiente sono le determinanti cognitive da considerare per descrivere adeguatamente i sistemi cognitivi naturali. Adottare questo punto di vista allo studio dei comportamenti adattativi implica studiare come gli animali e l'uomo imparano a riconoscere e a sfruttare le informazioni relative allo spazio riconoscendo un ruolo importante all'azione. La conoscenza spaziale e motoria del mondo in cui si vive e a cui bisogna adattarsi può essere acquisita solo muovendosi ed agendo in esso.

1.3 Lo svincolo fenomenologico tra ecologia e teorie sensomotorie

Il nuovo dictat incorporato si propone di superare l'impasse epistemologica tra apparenza e realtà, tra sostrato fisico e personale, proprio a partire dalla naturalizzazione dei "contenuti fenomenologici" del percipiente. Un tratto che contraddistingue, infatti, le teorie senso-motorie è il "prospettivismo" dell'esperienza. Concentrandosi sulla rivalutazione metodologica della fenomenologia in chiave sperimentale è, infatti, fortemente posta in analisi la parzialità della percezione in un dato istante. Non vediamo lo spazio del mondo, ma viviamo il nostro campo visivo; non vediamo i colori del mondo, ma viviamo il nostro spazio cromatico: ogni esperienza conoscitiva, cioè, coinvolgerebbe colui che conosce a livello personale, profondamente radicato nella sua struttura biologica, configurandosi come un fenomeno individuale per cui conoscere non è una rappresentazione del mondo "là fuori", ma una permanente produzione di un mondo attraverso il processo di vivere. Come dire che "da questa angolazione vedo e sento cose che nessun altro vede e sente". Ora, nella convinzione dell'esempio appena riportato vi è un aspetto chiaramente condivisibile e uno assolutamente forviante. Va respinto l'invito a relegare ciò che si vede e si sente, o si tocca, alla "privatezza" di un mondo di apparenze sul quale l'unica e infallibile autorità resta il soggetto dell'esperienza medesima. Il fatto che da questa angolazione io veda una zona del tavolo a te invisibile perché occlusa dal mio portatile, non implica che tu non la possa vedere spostandoti di lato. Tanto più che solo di rado, quantomeno su scala evolutiva, saremo stati interessati a quel tipo di dettaglio, data l'assunzione di una percezione ordinariamente dinamica. Lo stesso principio regola la percezione del singolo individuo: che l'oggetto non sia stato ancora puntato in fovea, non implica che si tratti di un oggetto diverso da quello che in maniera un po' sfumata e acromatica posso vedere alla periferia del mio campo visivo.

In due articoli recenti, ad esempio, alcuni esponenti del paradigma sensomotorio, O'Regan e Noë (2001) e Myin e O'Regan (2002), ritengono

infatti che l'approccio incorporato sia in grado di spiegare senza "spiegar via" alcuni caratteri dell'esperienza percettiva in cui si articola il campo dell'autocoscienza, quel "campo fenomenologico integrato" in cui l'*io* si manifesta²¹. Non fosse altro che per l'introduzione di "contingenza sensomotoria", le definizioni sarebbero del tutto conformi alla nozione di percezione impiegata dall'ecologismo, nella sua insistenza sul processo di esplorazione accompagnata da una conoscenza tacita (non proposizionale) del significato degli invarianti per l'azione²². La formula, infatti, inquadra l'esperienza non come "qualcosa che sentiamo, ma qualcosa che facciamo" dal momento che la percezione stessa è un atto, in particolare un atto di esplorazione ambientale (Gibson E., 1988, 1992). Secondo le parole degli stessi O'Regan e Noë:

L'idea centrale del nuovo approccio sarà che la visione è un modo di esplorazione del mondo, mediato dalla conoscenza di ciò che chiamiamo contingenze senso-motorie. Ciò che differenzia la vista dall'udito, dal tatto è la struttura delle regole che governano i cambiamenti sensoriali prodotti dalle varie azioni motorie, cioè le contingenze sensomotorie che governano l'esplorazione spaziale (*ivi*, p. 461).

Le contingenze senso-motorie sono, cioè, determinate dall'anatomia e dalla fisiologia del sistema visivo e più in generale dal funzionamento di quello percettivo, così come dalle proprietà degli oggetti nell'ambiente. La percezione è dunque un'esplorazione dell'ambiente guidata dalla capacità di padroneggiare le contingenze senso-motorie, una forma di conoscenza pratica e non proposizionale che si incorpora attraverso l'esperienza²³. Quest'ipotesi è confermata, secondo gli autori, empiricamente dal cosiddetto fenomeno della *change blindness*: nonostante l'impressione di

²¹ Il senso di presenza che si prova nel percepire qualcosa, la sua continuità, l'immediatezza dell'esperienza e alcuni altri caratteri che sembravano preclusi alla trattazione cognitiva classica della coscienza, quali la soggettività e l'ineffabilità se non altro di alcune di queste esperienze (Di Francesco, 2009).

²² Tra gli obiettivi principali degli autori vi è la messa in discussione della coscienza come prodotto di stati esclusivamente neurofisiologici di un qualche genere. La loro teoria sensomotoria propone un'individuazione funzionale, cioè non riduzionistica, della percezione e della coscienza, senza perciò confluire nel più ampio orizzonte cognitivo e classico. Per una critica dettagliata dei cosiddetti "correlati neurali della coscienza", si veda fra tutti Thomas Metzinger (2000).

²³ Quando si percepisce un particolare attributo, si riattiva la capacità di padroneggiare le contingenze sensomotorie legate ad esso per cui percepire è conoscere i cambiamenti delle contingenze dell'oggetto in rapporto al movimento.

vedere la scena nei dettagli, siamo incapaci di notare cambiamenti anche di notevole entità. Non tutto ciò che si proietta sulla retina quindi è visto coscientemente perché alcuni aspetti dell'input visivo possono essere estratti ed elaborati inconsapevolmente. Anche se vi è l'incapacità di cogliere cambiamenti notevoli nella scena, si ha l'impressione di vedere tutto ciò che sta innanzi perché vedere non significa osservare una copia del mondo dentro di noi, ma il mondo esterno che è dettagliato: vedere è sapere di avere accesso all'informazione, sapere che spostando l'attenzione si scoprono tutti i dettagli dell'ambiente. In questo tipo di formulazione si supera la scissione tra percezione, rappresentazione e azione. Percepire è un atto di esplorazione dell'ambiente, che determina l'azione, la quale, a sua volta, avrà effetto sull'atto percettivo. La rappresentazione non ha alcuna importanza, perché attraverso percezione-azione si accede alla memoria esterna costituita dal mondo. Centrale è pertanto il ruolo dell'ambiente e della sua interazione con l'organismo che O'Regan e Noë rendono efficacemente con questa descrizione:

vedere è come danzare in coppia: danzare è un'attività complicata, che consiste nell'integrazione di una serie di abilità connesse: ascoltare la musica, muoversi in modo coordinato e considerare la presenza del partner, le cui azioni e reazioni sono appropriatamente coordinate. Non c'è dubbio che l'attività neurale del cervello sia necessaria per ballare bene. Ma questa attività neurale non è sufficiente a generare la danza. Questo perché le azioni e reazioni appropriate di accompagnamento del partner sono ugualmente necessarie. Esse provocano cambiamenti di assetto e disequilibri che non ci sarebbero se non ci fosse il partner e che sono quindi parte fondamentale del ballo in coppia. Allo stesso modo, percepire richiede necessariamente particolari forme di azione e reazione da parte dell'apparato visivo e dell'ambiente (*ibidem*, p. 463).

Non è difficile capire, quindi, la ragione del richiamo degli esponenti delle teorie somatomotorie alla psicologia della Gestalt, per un metodo di descrizione dell'esperienza in prima persona che possa recuperare il senso di presenza e il carattere di immediatezza dell'esperienza percettiva²⁴. Gli ecologisti, d'altronde, si sono serviti a piene mani dell'analisi

²⁴ Tra le proprietà più significative di questo quadro, tre appaiono particolarmente rilevanti per una rivisitazione naturalistica del soggetto: "meità" (*myiness*), "egoicità" (*self-hood*), "prospettività" (*perspectivalness*). La prima è riferita al fatto che ognuna delle mie esperienze è esperita in modo immediato come *mia*; la seconda al fatto che ci si esperisce come un io identico nel tempo; la terza rende conto del fatto che il campo fenomenologico esprime in modo irriducibile un punto di vista sul mondo.

fenomenologica per isolare molte invarianti²⁵. La scuola di Berlino, fondata da Max Wertheimer, e che ha avuto tra i suoi protagonisti Koffka, Köhler, Lewin e i rispettivi allievi, aveva ereditato da Husserl (e in ultima analisi da Brentano) l'enfasi sulla correttezza dell'analisi fenomenologica come passo preliminare di qualsiasi tipo di ricerca sulla percezione²⁶. Scrive Kurt Koffka (1935):

Sperimentazione e osservazione devono procedere di pari passo. La buona descrizione di un fenomeno può da sola escludere parecchie teorie e indicare le precise caratteristiche che debbono comparire nella teoria corretta. Chiamiamo fenomenologia quest'ultimo tipo di osservazione; il termine ha vari altri significati, da non confondersi con il nostro: per noi fenomenologia significa una descrizione dell'esperienza diretta il più possibile completa e non prevenuta (p.84).

Il tempo di contatto, ad esempio, è una costante matematica che è stata individuata solo a seguito dell'osservazione fenomenologica, del flusso ottico in espansione: un'espansione che è proporzionale alla velocità di avvicinamento di un osservatore. Spogliato del rivestimento matematico, probabilmente tutto l'apparato di scoperte empiriche della scuola ecologica si dimostrerebbe descrivibile in termini fenomenologici, cosa che non sorprende se si considera chi furono i veri antenati degli ecologisti, ovvero gli psicologi della Gestalt. Questo fatto da una parte conferma un dato che emergeva dagli esperimenti di interosservazione, e cioè che un occhio particolarmente "acuto" riesce a vedere che sfuggono ai più, come può essere una paralasse di movimento (naturalmente gli artisti hanno fornite prove rilevanti in merito). In questo senso Dennett (1991), ad esempio, sbaglia quando sostiene che non possono esserci fenomenologi di professione «esperti incontestati della natura delle cose che sguazzano nel

²⁵ Influenzato dall'incontro con Koffka, James Jerome Gibson ha sviluppato l'idea che negli oggetti in movimento esistono maggiori stimoli visivi rispetto a quelli statici. Inaugurò una nuova matrice di ricerca in campo percettivo che definì *ottica ecologica*. I suoi concetti fondamentali sono la percezione non mediata da altri processi mentali, di invarianti percettivi che rimangono costanti al variare della percezione.

²⁶ Per capire la genealogia della scuola gestaltista può essere a tale riguardo utile il testo di Barry Smith, *Foundations of Gestalt Theory* (1988) nel quale emerge la distanza da Husserl in particolare nel rifiuto da parte di quella di identificare la struttura dei fenomeni con qualsiasi genere di essenza. In altre parole, come dice il termine stesso, la fenomenologia studia fenomeni, non noumeni o essenze.

flusso della coscienza» (*ivi*, p. 56)²⁷. Ammesso che il “flusso della coscienza” non venga reificato e identificato con qualcosa di meramente epifenomenico e soggettivo, è un dato di fatto che la parallasse di movimento o il triangolo di Kanizsa o ancora le illusioni geometriche sono fenomeni percettivi individuati proprio da esperti fenomenologi (come la prospettiva dei pittori), e da loro mostrati al resto della comunità. Tuttavia, trattandosi di un processo inscindibilmente legato all’azione dell’organismo, l’estrazione degli invarianti ecologici al pari delle contingenze sensomotorie, spesso sfuggono alle descrizioni in prima persona, laddove l’uso di certe geometrie è inevitabile poiché riesce a catturarle spiegandole con una certa precisione. Un primo problema che emerge riguarda, non a caso, la descrivibilità dei fenomeni. Gli invarianti ecologici, d’altronde, non sono affatto ciò cui fanno riferimento i resoconti dei soggetti, neanche in sede sperimentale. In presenza di una parallasse di movimento, un soggetto dotato di un vocabolario, ammesso che gli si chieda “che cosa vedi?”, o ancora più precisamente “quali rapporti spaziali vedi fra te stesso e gli oggetti nella scena?”, non darà di certo una risposta come “vedo che x si muove più rapidamente di y”, ma un tipo ben diverso, come ad esempio “vedo che x è più vicino rispetto a me di quanto lo sia y”. Ma salvo illusioni ben congegnate, chiaramente, i due enunciati sarebbero ugualmente coreferenziali, cioè avrebbero ugualmente le stesse condizioni di verità, riferendosi allo stesso stato di cose. Solo nella misura in cui il fenomeno è descrivibile esso può essere oggetto di una fenomenologia, ma non bisogna fare l’errore di confondere la descrizione con il suo oggetto. Se è vero che un profano della forma non descriverebbe mai una paralasse in quanto tale, non si può d’altra parte negare che questa è esattamente ciò che esperisce in quella data situazione. Anzi, in un certo senso non esperisce altro che questa, se si vuole restare fedeli all’idea ecologica di flusso ottico. Questa è

²⁷ A ulteriore conferma di quanto scritto da Dennett in *Consciousness Explained*, si legga la prosecuzione del passo di Koffka: «l’unico termine utilizzato in America per alludere a questo tipo di osservazione è “introspezione”», termine fin troppo legato a quella scuola che più di tutte fece le spese dell’avvento del comportamentismo: l’introspezionismo. Non è strano che il movimento che a sua volta ha soppiantato il comportamentismo, dando vita alle scienze cognitive, stenti ancora a ricollocare la fenomenologia, intesa nel senso dei gestaltisti, al suo legittimo posto?

una prima parte della risposta all'apparente ineffabilità dei contenuti percettivi di coscienza che tra l'altro si potrebbe enunciare anche nel modo seguente: non essere in grado di descrivere un fenomeno non dimostra che il fenomeno sia ineffabile e, di conseguenza, non analizzabile da un occhio esperto.

L'obiettivo di naturalizzare l'apparato fenomenologico dei contenuti percettivi viene perseguito anche da altri esponenti delle teorie sensomotorie. Myin e O'Regan (2002), ad esempio, sostengono che il carattere di presenza fenomenica può essere spiegato all'interno della loro stessa teoria. A questo scopo, cioè, essi si servono di due concetti molto simili, di fatto proposti per la prima volta da O'Regan e Noë: "grabbiness" e "bodiliness". Il primo fa riferimento alla capacità posseduta dal sistema visivo di essere attratto da repentini e lievissimi movimenti degli oggetti nel campo (detti tecnicamente "transienti"), al centro come in periferia. Il secondo è un po' più complesso, per cui vale la pena usare i termini di Myin e O'Regan, per i quali esso si riferisce a "quanto cambierà" l'input per l'apparato percettivo dell'osservatore quando questo si muoverà. Più grandi sono i cambiamenti, maggiore il grado di *bodiliness*. Secondo gli autori la *bodiliness* procura quindi una misura di quanto l'osservatore e il suo apparato percettivo, siano intimamente legati al proprio ambiente²⁸. La tipica sensazione di soggettività associata generalmente all'esperienza percettiva, viene spiegata da Myin e O'Regan, con la considerazione che la coscienza è, per definizione, per il soggetto: «è al soggetto che capita (*occurs*) la coscienza, ed è lui che è pienamente disponibile come opportunità per l'agire (su ciò che è percepito)» (*ivi*, p. 39). Una spiegazione più chiara e più ampia dovrebbe sottolineare, però, che se la percezione si sviluppa attraverso l'azione e da questa ne è fortificata, è proprio quest'ultima a determinare l'unicità, e in questo senso la soggettività (così come l'agentività) di ogni esperienza. Essendo situati in punti diversi dello spazio, due osservatori, non possono vedere esattamente lo stesso pattern

²⁸ In altre parole è difficile immaginare una situazione nella quale un osservatore non colga dei cambiamenti rapidi che gli capitano attorno, come ad esempio l'arrivo improvviso di un'automobile di lato mentre si attraversa la strada. Bisogna, infatti, architettare situazioni non proprio "ecologiche", quali quelle degli esperimenti sulla cecità al cambiamento, per ingannare in un modo simile l'occhio.

ottico, siano essi immobili o in movimento. Naturalmente questo non preclude la possibilità di cambiare il proprio punto di vista e mettersi in quello altrui, che anzi è esattamente il presupposto di ogni pratica interosservativa, e quindi della condivisione stessa dell'esperienza percettiva. Infine anche il carattere di continuità di tale esperienza viene ricondotto alla continuità dell'azione nella quale l'osservatore è impegnato. Come si può notare, ad esempio, tenere traccia degli spostamenti di uno o più oggetti rappresenta una tipica azione percettiva, nella quale si può individuare la radice della continuità dell'esperienza di un oggetto in moto. Analogamente l'esperienza del rosso può radicarsi nella conoscenza implicita dei cambiamenti del pattern cromatico al variare della posizione del soggetto e dell'oggetto. La costanza del colore può essere dovuta proprio alla conoscenza di come il colore cambia in concomitanza di illuminazioni diverse. Anche la procedura per designare i toni musicali, le dinamiche, i ritmi e l'intera sintassi della musica non è molto diversa. In presenza dell'allievo si preme il tasto del "do" centrale del pianoforte e si enuncia "questo è un do", e per distinguerlo dalle altre note si suona l'intera scala cromatica definendo ogni singola nota, allo scopo di chiarire meglio identità, somiglianze e differenze. Il discorso del fenomenologo sperimentale non dovrebbe essere meno praticabile, anzi, quello appena svolto non è altro che un discorso fenomenologico.

La proposta di O'Regon, Noë e Myin fornisce un'idea originale sul legame tra livello personale e sub-personale. Secondo gli autori, infatti, il funzionamento delle contingenze sensomotorie può fungere da spiegazione di quegli *explananda* costituiti dai fenomeni percettivi osservati in prima persona, tra i quali, il senso di presenza, la soggettività e la continuità dell'esperienza. Se finisce così a detrarre che le esperienze di livello base di proprietà e agenzia sono incarnate, non concettuali, pre-riflessive e strettamente legate alla struttura temporale della coscienza. Per esempio, se mi allungo a prendere un bicchiere nel mio sistema motorio c'è dell'informazione che specifica la mia posizione attuale e quella integrata della mia mano, e un'anticipazione che è parte integrante del mio senso di controllo sul movimento e quindi del senso di essere un soggetto di agenzia.

Seguendo il ragionamento degli autori sembrerebbe, inoltre, ragionevole affermare che anche le attribuzioni di ordine superiore, concettualmente informate, di proprietà e agenzia possono dipendere da un livello pre-riflessivo di esperienza di sé.

1.4 La connessione corpo-ambiente

In un famoso articolo Thompson, Palacios e Varela (1992) aprono sostenendo che «piuttosto che come costruzione di un modello del mondo, la visione è meglio concepita come guida visiva dell'azione in un ambiente che è largamente modulato da quell'azione stessa» (p. 34). La definizione è tipicamente gibsoniana, e gli autori non nascondono i loro debiti nei confronti dell'approccio ecologico. Un primo punto di convergenza con esso sta nella convinzione che il sistema percettivo animale vada analizzato non solo a livello neurofisiologico ma anche a quel livello nel quale il sistema non è più autonomo e isolato dall'ambiente, bensì in continua interazione con esso, e che gli autori concordano nel definire, appunto, come ecologico. Questi due tipi di analisi si sorreggono l'un l'altro, dal momento che l'interazione comportamentale percettivamente guidata non può essere compresa del tutto senza una spiegazione dei processi interni che la rendono possibile²⁹. L'evoluzione della percezione è di fatto avvenuta in condizioni dinamiche tali da considerare anche il livello di "codeterminazione" dell'animale all'interno di ciascuna nicchia ecologica. I biologi Richard Levins e Richard Lewontin (1985) sostengono questa idea elencando cinque modi mediante i quali una specie animale risulta soggetto, non meno che oggetto, delle forze fisiche, partecipando alla costruzione della propria nicchia:

- 1) Gli organismi determinano che cosa nel mondo fisico può fungere da ambiente, selezionano cioè la parte per essi rilevante di tale mondo;
- 2) Gli organismi alterano il mondo esterno interagendo con esso;

²⁹ In un articolo del 2001 Thompson sostiene tale tesi insieme a Varela. Gli autori parlano di tale circolarità dei sistemi viventi (che dovrebbe contrastare i modelli lineari maggioritari in scienze cognitive), come di "upward and downward", procedendo essa dai neuroni al comportamento e nella direzione opposta.

3) Gli organismi trasducono il segnale fisico che raggiunge loro dal mondo esterno, e quindi il significato dei segnali dipende dalla struttura dell'organismo;

4) La relazione organismo-ambiente definisce i "tratti" selezionati;

5) Gli organismi modificano il pattern statistico della variazione ambientale del mondo esterno.

Appare chiaro che a questo punto il soggetto della percezione (o meglio dell'azione percettivamente guidata) non può oltremodo essere più considerato come un sottosistema o un modulo della mente, ma in qualità del suo essere un intero organismo in azione. Quindi, con le parole di Levins e Lowontin, «noi dobbiamo chiederci come gli organismi, all'interno dei vincoli generali delle leggi di natura, hanno costruito ambienti che sono condizioni per il loro ulteriore sviluppo e per la ricostruzione della natura in nuovi ambienti» (*ibidem*, p. 104). Gli autori sembrano concordi nel rifiutare oggettivismo e soggettivismo, ma è in particolare Thompson (1995) a sottolineare l'urgenza di un resoconto relazionale del contenuto fenomenico. L'autore è pronto a sostenere che ciò che l'animale percepisce dipende da tre tipi di fattori: 1) vincoli di ordine fisico, 2) attività sensomotorie, così come sono costituite a livello di processi neurali e di sviluppo e 3) storia evolutiva. E a tale riguardo, ad esempio, propone tre sensi in cui il contenuto percettivo, e nello specifico quella relativa alla fenomenologia del colore, può configurarsi come proprietà relazionale³⁰:

1) Qualcosa può essere colorato solo in relazione ad un osservatore;

2) Qualcosa può possedere una data tinta solo in determinate condizioni di osservazione;

3) Le categorie cromatiche determinano le relazioni tra i loro membri, all'interno di ognuna e tra loro solo in relazione a un osservatore.

³⁰ L'idea di Thompson è che senza un sistema visivo che capti lunghezze d'onda nessun colore potrebbe mai darsi. Il terzo punto dello schema discende infatti dai due precedenti in quanto, se l'apparizione del colore dipende da una componente fisica e da una componente neurofisiologica, la categorizzazione che ne seguirà, con le relazioni strutturali considerate, cambierà da specie a specie, accentuando il carattere relazionale del colore.

La distinzione di un livello di analisi ecologico segna l'opportunità di uno studio degli organismi più comprensivo, che rifiuta i riduzionismi sia di stampo oggettivista che soggettivista. L'oggetto così percepito sarebbe il prodotto di una catena causale che parte dall'oggetto colpito dalle onde luminose, prosegue con la proiezione di queste sulla retina, poi con la trasmissione del segnale lungo il nervo ottico e la sua definitiva elaborazione nella corteccia cerebrale, prima di sfociare nel percepito vero e proprio. Il ragionamento potrebbe essere il seguente: se la percezione di una scena statica, con un osservatore statico è solo un caso limite di una percezione che si è evoluta al servizio di azioni quali il procacciamento di cibo o la fuga dai predatori, è decisivo capire che cosa si presenta all'osservatore nel contesto di una percezione dinamica. Secondo Gibson (1979) dato un punto nell'ambiente (punto che come nell'esempio del colore sarà occupato da un osservatore), vi è un assetto ottico specificato (*ambient optic array*) che si proietta su di esso³¹. Il moto dell'osservatore, sia esso dovuto ad un movimento oculare repentino, a un giramento della testa o ad una torsione del busto, causa sulla retina la trasformazione di tale assetto in un flusso. Possiamo ipotizzare che la visione di un animale privo di una qualsiasi di queste possibilità di movimento, sarebbe di una difficoltà inimmaginabile. Il flusso creato da uno dei suddetti movimenti offre, invece, una quantità di informazioni che l'organismo può subito sfruttare per l'azione. L'informazione che se ne detrae è non solo utile all'azione, ma ne è soprattutto una delle conseguenze, venendo a creare un circolo tra azione e percezione che è il principale motivo di fondo del paradigma sensomotorio. Thompson, Palacios e Varela che pure vanno inseriti in tale paradigma, trascurano quest'ultimo argomento, quando affermano che l'originale programma gibsoniano ha esagerato il ruolo delle invarianti nella attività dell'assetto dei recettori e la loro supposta specificazione nell'ambiente. Mentre si può concordare con questi autori sulla sottovalutazione gibsoniana degli aspetti neurali della questione, è difficile non notare che gli invarianti possono emergere solo dall'interazione tra l'organismo e la sua nicchia

³¹ Gibson formula l'idea di "flusso ottico" sin dagli anni cinquanta, mentre quella di "assetto ottico ambiente" come insieme di angoli solidi risale agli anni sessanta.

ecologica. Thompson e colleghi non colgono, cioè, quanto l'affidamento sugli invarianti non confina l'ecologismo al lato esclusivamente ambientale, per così dire totalmente "esterno" dell'informazione ricavata. Solo un occhio come quello a camera che si ritrovasse a percepire esclusivamente oggetti remoti come le stelle di notte, potrebbe dirsi immune da ogni interazione utile con l'ambiente circostante, non essendovi particolari regolarità emergenti della visione anche dinamica del cielo stellato. La visione dell'ambiente ordinario consiste, invece, esattamente nell'estrazione di queste regolarità, riassunte da Gibson (1979):

1) Invarianti della struttura sotto il cambiamento dell'illuminazione, analogo al classico fenomeno della costanza del colore, per cui un oggetto non viene visto cambiare colore al variare dell'illuminazione su di esso proiettata,

2) Invarianti con il cambiamento del punto di osservazione, come quelli sopracitati, per cui la locomozione svela superfici nascoste e specifica distanze, grandezze, forme degli oggetti e azioni del soggetto

3) Invarianti che attraversano la campionatura dell'assetto ottico, svelati dal guardarsi attorno, e cioè dalle saccadi, dal moto della testa e del busto avanti e dietro

4) Invarianti locali dell'assetto ambiente con disturbi locali di struttura, tipici di singoli oggetti che si deformano senza perdere la loro identità venendo ruotati, allontanati e avvicinati

A questo proposito, le psicologhe ecologiste Michaels e Carello (1981), sostengono che la nozione di invariante è saldamente radicata in matematica, e andrebbe analizzata identificando il gruppo di trasformazioni sotto il quale i teoremi di una data geometria restano veri. La geometria in questione deve essere quella sfruttata dal nostro sistema percettivo, per cui tutta una serie di opzioni vanno scartate. Se per esempio andiamo alla ricerca dell'informazione che specifica la forma di un oggetto, la geometria euclidea sarà troppo restrittiva, poiché prescrive solo oggetti metricamente equivalente che hanno forma uguale. Un oggetto che si avvicina, ampliando

così la sua proiezione sulla retina, non potrà mai essere considerato come lo stesso oggetto. La geometria delle similitudini risolve questo problema, perché se le distanze tra due punti dell'oggetto trasformato sono proporzionali a quelle degli stessi punti nell'oggetto iniziale, le forme si equivarranno. La geometria proiettiva e ancor meglio la topologia riescono a catturare l'identità di oggetti che subiscono le trasformazioni di forma più complesse, come quelle che ad esempio coinvolgono gli essere viventi. A questo punto «gli invarianti risultano inferiori in numero, ma di natura più sottile. L'astrattezza degli invarianti topologici fa segno verso l'astrattezza delle informazioni percettive sottostanti la loro costanza percettiva» (*ivi*, p. 36).

L'informazione costituita dagli invarianti viene direttamente raccolta senza alcun tipo di mediazione mentale, all'incirca come una data frequenza radio induce un apparecchio su di essa sintonizzato a risuonare. La metafora della "risonanza" impegnerebbe l'ecologismo in una dimostrazione di quali organi in particolare risuonano all'informazione, se solo il sistema percettivo non fosse individuato, come abbiamo visto, nell'intero organismo e, soprattutto, se quella della percezione diretta non restasse in fin dei conti un'assunzione o un postulato, formulata com'è per respingere il quadro di una teoria della percezione come quelle che richiedono un processamento dell'informazione. Un'analogia un po' più corretta per chiarire il punto è quella offerta da Runeson³² attraverso il funzionamento del planimetro polare, strumento che calcola l'area di un qualsiasi genere di piano tracciandone il perimetro. Mentre il planimetro misura precisamente l'area, esso è del tutto inutile per misurare i lati, come invece siamo soliti fare per calcolare l'area di un rettangolo. Lo strumento calcola, cioè, una proprietà globale, senza passare per delle proprietà locali. Allo stesso modo il sistema percettivo, dovrebbe essere sintonizzato direttamente su invarianti quali la paralasse di movimento, cioè sul tipico pattern formato dal moto dell'osservatore che guarda due oggetti collocati a diversa distanza, i quali fluiscono nel suo campo visivo l'uno più rapidamente dell'altro, senza

³² Riportata in Michaels e Carello, *op. cit.*, 1981, p. 67.

passare prima per una valutazione delle corrispondenze tra punti delle due immagini retiniche.

Può questo quadro, basato sull'astrazione delle invarianti, delucidare davvero il problema del soggetto? Secondo McDowell (1994) sì, perché «l'idea che la nostra discriminazione del significato degli stimoli su di noi sia indiretta riflette l'idea che il nostro divenire informati dei fatti ambientali sia solo il prodotto della sorta di processo computazionale che noi attribuiamo ai nostri sistemi percettivi, come se fossimo prigionieri dei nostri sistemi nervosi, tenuti lontano dal mondo dei trasduttori piuttosto che abitarlo» (*ivi*, p. 78). McDowell si richiama all'approccio ecologico per evitare la confusione tra livello sintattico e semantico in cui ricade, a suo parere, molta scienza cognitiva. Ciò che andrebbe tenuto in debito conto è che solo il livello personale, o intenzionale, va considerato in termini semantici, mentre quello sub-personale può essere visto come un insieme di processi di manipolazione sintattica. Tutto questo induce McDowell ad accusare Marr di avere del tutto frainteso Gibson:

certi scienziati cognitivi critici di Gibson, non equipaggiati con la distinzione di livelli, leggono le descrizioni gibsoniane dei sistemi sensoriali come se esse intendessero servire la funzione intellettuale che servono le loro stesse teorie [...] laddove Gibson nega insistentemente, e giustamente, che percepire è processare informazione, Marr può solo sentire un riflesso di un fallimento nel capire che cos'è un processamento di informazione (*ibidem*, p. 87).

Indubbiamente la maggior parte degli invarianti dell'ottica ecologica sono visibili ad occhio nudo, cioè sono fenomeno logicamente evidenti, ed è così che gli sperimentatori hanno potuto isolarli. Un flusso ottico in espansione avanza ad una certa velocità verso un punto, con la zona e gli oggetti più vicini che scorrono nel campo visivo più rapidamente di quelli distanti, è un fenomeno che può essere rilevato da chiunque sia dotato da un bel po' di spirito di osservazione. Oltretutto lo stesso Gibson (1979) in certi passaggi sostiene che il soggetto è consapevole di queste strutture³³.

³³ «La mia tesi è che lo scopo della visione è quello di rendere consapevoli dell'ambiente che ci circonda» (*op.cit.* 1979, p. 188) oppure «la percezione è lo stare a contatto con il mondo, esperire cose, non tanto avere esperienze. Implica la *consapevolezza di*, non la semplice consapevolezza» (*ibidem*, p. 363).

Tuttavia anche se la fenomenologia intesa come descrizione in linguaggio ordinario del mondo osservabile, ha un ruolo metodologico decisivo per l'ecologismo, bisogna, però, ammettere che nei resoconti fenomenologici che i soggetti danno del proprio ambiente domestico o locale circostante, non può, ovviamente, esserci tracci né di flussi ottici né di rapporti invarianti di alcun genere. In un linguaggio ordinario e proprio del senso comune, allo stesso modo, si parla delle dimensioni di un oggetto, piuttosto che della sua proiezione retinica che si espande o si riduce a secondo che esso si avvicini o si allontani da noi. Quindi se da una parte l'approccio ecologico sembra offrire un soggetto della percezione unitario e continuo, rispetto ad esempio a quello delle teorie computazionali, capace di cogliere aspetti salienti della sua nicchia ecologica senza passare per dispendiose computazioni, è ovvio che il soggetto in questione è pure sempre diverso da quello prescritto da una fenomenologia del senso comune, quella per la quale l'ultimo passo del processo è la formulazione di un giudizio percettivo. Un caposaldo dell'approccio ecologico è infatti la dinamicità della percezione, il suo legame con l'azione in corso di svolgimento. Si tratta di un atteggiamento che porta alle estreme conseguenze quello che i gestaltisti contestavano alle scuole psicologiche loro antagoniste, e cioè di presentare una situazione sperimentale troppo artificiosa ai soggetti, mediante schemi di riduzione e tachistoscopi, che impedivano il naturale costituirsi del campo fenomenico. Allo stesso modo potremo paragonare l'esigenza fenomenologica della teorie embodiment alla necessita di recuperare le "qualità espressive" del vissuto in contrapposizione alla teorie computazionali sulla coscienza. In contrapposizione cioè a quella che in quest'ultimi anni di ricerca è apparsa come una corsa disperata alla ricerca dei correlati neurali della coscienza. Il recupero ecologico di buona parte delle posizioni sensomotorie sopra avvallate, risiede, infatti, proprio nella possibilità di studiare i contenuti fenomenologici e di percezione a partire dai loro contesti ordinari, nei quali la staticità dell'osservatore e degli oggetti che lo circondano non sono che casi limite.

1.4.2 L'attività esplorativa del soggetto

Un esempio cruciale della connessione del corpo all'ambiente è un'informazione percettiva di previsione. Benché la visione sia probabilmente la fonte d'informazione più ricca e meglio conosciuta, è ben lungi dall'essere la sola. Ad esempio, utilizzando l'ecolocalizzazione al posto della visione, i pipistrelli volano con l'abilità di un uccello, e i non vedenti riescono a muoversi abbastanza bene. Poiché forme di input percettivo forniscono l'informazione sulle stesse cose, avendo la funzione comune di collegare l'animale all'ambiente, devono condividere alcune caratteristiche invariati.

Attraverso l'analisi dei diversi tipi di controllo percettivo-motorio è possibile descrivere alcune invarianti dell'input sensoriale che rendono possibile il controllo e il movimento dell'azione, e che quindi sostengono la formazione del sé ecologico.

Il controllo di previsione dell'azione nell'ambiente dipende infatti dalla disponibilità dell'informazione sulla posizione, l'orientamento e il movimento dell'intero organismo e delle sue parti, in relazione alle superfici esistenti nell'ambiente. Poiché tale controllo richiede di prendere il contatto con alcune superfici e contemporaneamente di evitarne altre, l'informazione sulle superfici che si trovano in direzioni diverse deve essere disponibile simultaneamente. Inoltre, poiché deve essere controllato anche il movimento, l'informazione deve avere una componente temporale, cioè deve costituire un campo di flusso spaziotemporale. I movimenti svolti nello spazio sono guidati dalle stimolazioni sensoriali e in particolar modo dal sistema visivo; tali informazioni, infatti, permettono di eseguire gli spostamenti in maniera efficace all'interno del contesto ambientale. I processi percettivi implicano il poter individuare ed interpretare i cambiamenti di energia, come i raggi di luce e le onde sonore che fluiscono attraverso l'ambiente (Bruce, Green e Georgeson, 1996). La percezione di tali informazioni fornisce agli esseri viventi le capacità per muoversi ed interagire all'interno del mondo circostante.

La principale fonte di informazione per l'uomo risulta senz'altro essere la vista, in quanto permette di acquisire fondamentali indicazioni

riferite alle caratteristiche fisiche degli oggetti: forma, colore, dimensioni, posizione nello spazio; e a quelle riguardanti il movimento: velocità, direzione, andamento. Tale attività percettiva, quindi, ci consente di diventare consapevoli dell'esistenza delle cose esterne, delle loro caratteristiche, delle loro relazioni e posizioni. È importante sottolineare, però, che la percezione visiva non si limita soltanto ad un semplice processo di acquisizione ottica dell'immagine, ma permette, in realtà, di apprendere e conoscere ciò che vediamo; la funzione cognitiva dei processi visivi, infatti, fa sì che vengano considerate certe variazioni dello scenario percettivo e, pertanto, che venga identificato lo stesso oggetto, anche se viene variata l'immagine retinica; se una palla ci viene incontro, ad esempio, percepiamo una condizione di avvicinamento dell'oggetto e non un aumento delle sue dimensioni dovuto all'ingrandimento dell'immagine retinica.

James Gibson è stato il primo a formulare il concetto di “pacchetto ottico” (1966; 1979). Da allora questo concetto è stato ulteriormente affinato e sono state elaborate delle descrizioni matematiche del “campo di flusso ottico” (il mutamento del pacchetto ottico come risultato del movimento). Tutto ciò ha prodotto numerosi studi empirici (Koenderink, Van Doorn, 1975). Il flusso ottico viene definito sulla base del punto osservato (polo o fuoco di espansione del flusso ottico) durante il movimento e fornisce le principali indicazioni relative agli spostamenti: la *direzione* (il flusso verso l'esterno indica l'avvicinamento ad un determinato bersaglio, mentre il flusso verso l'interno sta ad indicare un allontanamento) e la *velocità* (a seconda dell'andatura con cui si procede anche la velocità del flusso ottico viene modificata, mentre l'interruzione del flusso indica la posizione ferma). Inoltre, risulta importante precisare, che quanto indicato fino ad ora avviene soltanto se la posizione della testa e degli occhi rimane fissa sullo stesso polo di espansione, le cose diventano più complesse, invece, quando lo sguardo viene spostato in punti di fissazione diversi e, pertanto, viene aggiunta al flusso ottico una nuova componente radiale che non corrisponde con la direzione del movimento (Massironi, 1998).

Il campo di flusso ottico è di fondamentale importanza per la comprensione della percezione visiva perché sta al di fuori dei sistemi visivi

particolari e costituisce l'input disponibile di ciascuno di essi³⁴. Il compito di un sistema visivo è di raccogliere l'informazione nel campo di flusso, e comprendere tra l'altro l'analisi dettagliata del campo di flusso per mezzo della rotazione degli occhi e della testa. Poiché la raccolta dell'informazione visiva dettagliata è essenziale per il corretto controllo del movimento, non sorprende la coordinazione testa-occhio nell'analisi del campo di flusso ottico venga sviluppata dal bambino molto presto nella vita. Le proprietà invarianti di un dato assetto ottico-ambiente, ovvero le strutture di superficie che appaiono all'osservatore in un dato momento e da uno specifico punto di vista, costituiscono un campo di flusso ottico *lineare* di un particolare movimento del sé in relazione ad un ambiente rigido con una particolare configurazione. Il campo di flusso ottico lineare, quindi, fornisce l'informazione sul movimento del sé e sulla disposizione dell'ambiente. Ad esempio, se una persona è posta di fronte ad un campo di flusso ottico lineare ottenuto attraverso il movimento nell'ambiente visibile nel suo insieme, questo campo di flusso specifica il movimento del sé in relazione all'ambiente rigido.

Il movimento produce così, un campo di flusso ottico lineare che fornisce al soggetto l'informazione che la sua testa si sta muovendo all'indietro, piuttosto che in avanti, adeguando la postura allo spazio d'azione configurato. Quindi il campo di flusso ottico lineare fornisce l'informazione sul movimento del sé e sulla disposizione dell'ambiente. L'informazione ottica più efficace proviene normalmente dalla periferia del campo di flusso lineare, dove il flusso è solitamente più veloce, e ha un effetto maggiore sull'equilibrio sia per i bambini che hanno appena iniziato

³⁴ La percezione visiva del mondo è resa possibile dalla luce riflessa dalle superfici. Queste sono generalmente ricoperte da elementi strutturali che hanno proprietà di riflessione della luce diverse da ciò che sta loro vicino. Normalmente la luce riflessa da un elemento strutturale irradia su un angolo ampio, perciò, in qualunque punto d'osservazione l'occhio possa trovarsi, la luce inciderà da molti elementi strutturali differenti. La luce che va da ciascun elemento verso il punto d'osservazione forma un sottile cono ottico che ha la base sull'elemento e il vertice nel punto d'osservazione. La serie di questi coni costituisce il pacchetto ottico nel punto d'osservazione. Poiché per ogni punto d'osservazione esiste un determinato pacchetto ottico, ogni volta che la testa si muove in relazione all'ambiente, come normalmente accade, il pacchetto ottico nel punto d'osservazione in movimento cambia continuamente dando origine ad un campo di flusso ottico.

a camminare che per gli adulti (Stoffregen, 1985; Stoffregen, Schmuckler e Gibson, 1987). L'altro campo di flusso ottico fondamentale è il campo di *flusso ottico rotatorio* che si ottiene quando la struttura di riferimento del pacchetto ottico ruota attorno a un asse attraverso il punto d'osservazione (ad esempio, quando giriamo la testa). Poiché il campo di flusso ottico rotatorio fornisce informazioni soltanto sulla rotazione e non sulla disposizione dell'ambiente, per facilitare l'informazione della raccolta del campo di flusso ottico lineare, il campo rotatorio viene in genere mantenuto di ampiezza limitata mediante il controllo dei movimenti della testa e degli occhi.

Il concetto di flusso ottico così come il ruolo del sistema apticosomatico paiono avere un ruolo straordinario per le dinamiche propriocettive dell'immagine corporea e degli schemi motori; due concetti quest'ultimi basilari sia per la riflessione fenomenologica che per la neurologia del sé ecologico. In questo modo il concetto di sé ecologico fa dell'agente-osservatore una componente dell'attività percettiva nel suo insieme, mentre oggetto di interesse teorico sembra essere tale attività nel suo complesso. La correlazione tra dati visivi e cinestesi (in ultimo la possibilità di movimento attraverso lo spazio) è il criterio d'ordine e di misura dello sviluppo del soggetto e in quanto tale entra a pieno titolo nella complessità dell'intero sistema percettivo-ambientale. Allo stesso modo è importante riconoscere quanto la costituzione del vissuto spaziale sia inscindibile da quella relativa al vissuto temporale³⁵. La percezione corporea è, difatti, collegata all'integrazione delle relazioni oggettuali tramite la sensibilità propriocettiva ed estero-cettiva che, come vedremo nel paragrafo

³⁵ Nella costituzione della spazialità, Husserl metteva in rilievo il ruolo svolto in tal senso dalle cinestesi, ovvero dal corpo proprio come "sensazioni di movimento" che decorrono durante la percezione. Husserl riteneva che il primo livello costitutivo dell'oggetto fosse dato dalla bidimensionalità derivante da uno spazio visivo costituito innanzitutto dal sistema oculomotorio, ossia lo spazio dato dal movimento degli occhi, ma vi farebbero parte anche il movimento del capo, ovvero il sistema cefalomotorio completo che condurrebbe appunto alla costituzione dello spazio visivo bidimensionale piano. La costituzione spaziale della terza dimensione (la profondità) abbisogna della rotazione completa su di sé che conduce alla "chiusura" della figura corporea che permette un ritorno ciclico all'immagine di partenza, attraverso il coprimento e il disvelamento di nuovi lati che portano a manifestazione il corpo chiuso identico. È così che, secondo le analisi fenomenologiche husserliane, si costituisce la spazialità obiettiva e il senso della corporeità dell'agente.

successivo, consento una prima formazione di sé che passa da un'esplorazione vivida e oggettuale dell'ambiente e poi dell'altro come individuo simile a sé. Il tratto d'unione di questo inscindibile legame è il proprio corpo, origine di un flusso di informazione che contiene proprietà sia variabile che invarianti. Da questo flusso quando il corpo entra in relazione con l'informazione che ha origine nell'ambiente, emerge un elemento fondamentale per la conoscenza del sé incastrato nel corpo. Proprio per questo, come vedremo, il sistema apticosomatico si configura come un sistema di possibilità pratiche per l'individuo, grazie al quale forma un solo complesso modulato appunto sull'azione.

1.4.3 Il sistema aptico-somatico

In modo analogo al sistema visivo anche il sistema aptico-somatico fornisce l'informazione sulla relazione che il corpo ha con l'ambiente, l'informazione esterospecifica sulla forma degli oggetti e l'informazione propriospecifica sulla relazione di una parte del corpo con un'altra.

Il termine "aptico" è stato coniato in origine da Revesz (1950), in uno studio sulle performance dei ciechi, col compito di incorporare insieme le informazioni cutanee e quelle cinestetiche, come avviene qui per le due sottomodaltà in questione. Esso ha dunque a che fare con l'idea che il tatto si concepisce come un rapporto tra oggetti del mondo e corpo, il quale, nella sua interezza, si pone all'esplorazione dell'ambiente, con movimenti adeguati. In questa concezione, la distinzione tradizionale tra cinestesi e tatto non può sussistere inalterata in quanto nel tatto attivo, inevitabilmente è coinvolto il corpo in movimento e sono rilevanti le informazioni che vengono dai recettori degli organi motori. Cinestesi e tatto propriamente detto sono, dunque, due modalità sensoriali che interagiscono dinamicamente in determinati compiti percettivi, al punto che questa loro interazione diviene più rilevante della loro distinzione.

Il parallelismo tra flusso ottico e informazione aptico-somatica è ben illustrato dall'esperimento "*feelis*" condotto da Caviness e Gibson (1962). Ai soggetti venivano dati da manipolare dieci oggetti levigati e di forma

irregolare, ad essi dovevano farli corrispondere a una serie di copie che si trovavano di fronte. Dopo un breve periodo necessario per fare pratica con le forme non familiari, la corrispondenza dell'informazione aptica con quella visiva veniva realizzata con pochi errori. Di solito, questi tipi d'informazione sono disponibili simultaneamente e forniscono l'informazione attraverso il tatto e la prensione, fornendo l'informazione propriospecifica riguardante il corpo in azione. Ad esempio, quando si manipola un oggetto, l'informazione è ottenuta attraverso la stimolazione dei recettori posti nella pelle. Tuttavia senza l'informazione supplementare su come sono configurate le dita, l'ordine aptico sarebbe definito in modo incompleto, e l'informazione sull'oggetto sarebbe imprecisa. Analogamente l'informazione visiva o acustica della direzione di qualcosa in relazione al corpo dipende da un'adeguata informazione sull'orientamento della testa e degli occhi. Anche se un'informazione propriospecifica precisa è disponibile visivamente, non è sempre possibile utilizzare la visione a questo scopo.

L'integrazione multimodale del sistema somatosensoriale umano, risulta, dunque, notevolmente importante poiché fornisce costantemente l'informazione percettiva globale, mantenuta in sintonia con la visione e sintonizzata al resto dello spazio e dell'ambiente. Tradizionalmente, infatti, la propriocezione può essere suddivisa in due branche funzionali e informative relative tanto al soggetto quanto all'oggetto: il senso della posizione e la cinestesi, o senso del movimento. La prima è chiamata in causa nella percezione della condizione statica delle membra del corpo; la seconda nella variazione relativa di questa condizione, cioè attinente al movimento. Una divisione più importante e ancora meno netta, viene condotta tra una forma inconscia di propriocezione e una forma cosciente che tendono rispettivamente a plasmarsi con lo "schema corporeo" e "l'immagine corporea": due costrutti mentali fondamentali per la coerenza sistemica del sé che avremo modo di scandagliare nel capitolo successivo.

Nel suo complesso, dunque, il sistema somatosensoriale appare votato ad attività diverse: identificazione di forma, struttura, dimensione, localizzazione di oggetti, controllo delle forze esterne e interne che agiscono

in relazione alla struttura del corpo³⁶. Queste abilità consentono l'adattamento di previsione delle azioni all'ambiente attraverso l'informazione sensoriale predittiva. L'interesse per noi di questo circuito dipende dal fatto che non solo mette in luce la continua interazione del centro con la periferia, e il controllo dall'alto che viene esercitato anche sui riflessi spinali, ma soprattutto che questa complessa regolazione dell'attività motoria avviene per il tramite di organi sensoriali, sintonizzati all'ambiente per mezzo del sistema nervoso centrale così da rispondere in modo differenziato a identici stimoli ambientali a seconda di quello che è il piano per l'azione. In altre parole, il piano per l'azione, il tipo di movimento o di postura che dovranno essere raggiunti, condizionano l'attività percettiva del sistema modulandone l'attività di scarica. Movimento e percezione possono influenzarsi, dunque, avvicinandosi e in alcuni casi i due sistemi formano un solo complesso modulato sull'azione. Il soggetto, dunque, non si limita a reagire all'ambiente, ma ricerca attivamente l'informazione, nel senso che l'informazione raccolta dipenderebbe dall'attività *esplorativa* del soggetto (Gibson E., 1988). Secondo James Gibson (1966), infatti, l'informazione è ottenuta attivamente dai soggetti piuttosto che imposta loro dall'ambiente esterno:

The sensibility of the individual to the world adjacent to his body by the use of his body will here be called the haptic system. The word haptic comes from a Greek term meaning "able to lay hold of." It operates when a man or an animal feels things with his body or its extremities. It is not just the sense of skin pressure. It is not even the sense of pressure plus the sense of kinesthesia. [...] The haptic system, then, is an apparatus by which the individual gets information about both the environment and his body. He feels an object relative to his body and the body relative to an object (p. 97).

La nobile constatazione da cui parte l'autore è che ci sono grandi differenze nel percepito risultante a seconda che la stimolazione sia portata dallo sperimentatore (quindi parliamo di tatto passivo, come l'essere toccati da un oggetto, anche se in movimento) o dall'osservatore (toccare e cercare

³⁶ La sensibilità somatica ha origine da recettori distribuiti nella pelle, nei muscoli e nelle articolazioni, negli organi interni. A differenza dei recettori del sistema visivo ed acustico, che trasducono un solo tipo di energia (luminosa i fotorecettori retinici, meccanica le cellule ciliate dell'orecchio interno) i recettori della sensibilità somatica sono suddivisibili in meccanorecettori, termorecettori e chemorecettori, a seconda del tipo di energia dello stimoli da essi tradotta in segnale nervoso.

attivamente un oggetto stazionario). Nel primo caso si hanno sensazioni di modificazione della pelle, nel secondo l'attenzione va alle proprietà dell'oggetto. La differenza tra tatto attivo e passivo è che l'atto di toccare e di afferrare 'qualcosa' è una ricerca di stimolazione, o meglio seguendo la spiegazione gibsoniana «an effort to obtain the kind of stimulation which yields a perception of what is being touched (...) Active touch is an exploratory rather than a merely receptive sense» (*ibidem*, p. 106). È chiaro che, nell'ambito di una tale prospettiva, la nozione di "affordance" (Gibson, 1979) assume grande centralità, poiché l'affordance riguarda sia la percezione che l'azione, non è né soggettiva né oggettiva, non riguarda né l'ambiente né l'individuo, ma le relazioni che intercorrono tra essi. Gli ultimi anni hanno visto un proliferare degli studi sulle affordance, in continuità ma anche in parziale discontinuità con la prospettiva delineata da Gibson. Più specificamente, diversi studi di neuroimmagini hanno dimostrato che durante l'osservazione di strumenti si attivano le aree premotorie e motorie del nostro cervello, legate alla pianificazione e preparazione delle azioni.; studi neurofisiologici sulle scimmie indicano che l'osservazione di oggetti attiva il sistema di neuroni canonici, e che quando si osserva un oggetto è come se si simulasse di interagire con esso (Gallese et al., 1996; Murata et al., 1997; Raos et al., 1996; Rizzolatti e Craighero, 2004). Studi comportamentali con umani, molti dei quali realizzati con paradigmi di compatibilità stimolo-risposta, rivelano che osservare oggetti attiva azioni (ad esempio, di raggiungimento e prensione) anche non direttamente rilevanti per lo specifico compito. Rispetto alla visione che potremmo definire "esternalista" di Gibson (1979) secondo cui le affordance sono il prodotto emergente di una relazione mutevole e dinamica tra oggetti, organismi e ambiente, la prospettiva più condivisa oggi dai neuroscienziati sostiene che le affordance sono rappresentazioni neurali di questa relazione triadica, e riguardano interazioni specifiche, ad esempio di raggiungimento/afferramento, con un oggetto (micro-affordance) (Ellis e Tucker, 2000). Secondo Gibson (1979) una nicchia costituisce un insieme di affordance per un particolare animale. Come sottolinea molto chiaramente Chemero (2010) però, la nicchia non si riferisce soltanto ad uno spazio

fisico, ma a come questo spazio viene percepito e vissuto: ad esempio, un essere umano e un batterio possono condividere la stessa collocazione, ma non la stessa nicchia. In questa osservazione può essere implicito il fatto che le affordance sono anche un prodotto sociale, il risultato di convenzioni acquisite. Se osservassimo un coltello per la prima volta, senza sapere di che si tratta, tenderemmo ad afferrarlo usando una presa di precisione. Nella letteratura di psicologia e neuropsicologia si sottolinea il fatto che una delle specificità dei “tools” consiste nell’attivare contemporaneamente azioni relative alla manipolazione (come quando, ad esempio, prendiamo un coltello per spostarlo, o per metterlo nel cassetto), ed alla funzione, al potenziale uso degli oggetti (come quando, ad esempio, prendiamo un coltello per tagliare qualcosa). L’esempio del coltello è interessante perché la sua manipolazione e uso presuppongono due diversi tipi di posture: una presa di precisione per manipolazione e spostarlo, una presa di forza per tagliare.

Una delle ipotesi formulate di recente è che le affordance legate alla manipolazione siano rappresentate nel sistema dorsale (o dorso-dorsale), laddove le affordance legate alla funzione abbiano una rappresentazione più ventrale (nel sistema ventrale o dorso-ventrale) (Young, 2006; Borghi e Riggio, 2009; Buxbaum e Kalenine, 2010; Pellicano et al., 2010; Caligiore et al., 2010; Rizzolatti e Matelli, 2003). In linea con questa ipotesi, studi neuropsicologici hanno fornito evidenze di doppie dissociazioni tra manipolazione e funzione. È probabile, come ipotizzato da Jax e Buxbaum (2010), che mentre osserviamo gli oggetti si svolga una competizione tra manipolazione e funzione, che si attiverrebbero in parallelo; tale competizione sarebbe vinta in funzione del contesto e degli obiettivi di chi interagisce con l’oggetto.

Una concezione attiva della percezione coincide, dunque, con l’idea che la pelle e l’attività percettiva messa in pratica dell’individuo non sia un mosaico di recettori, ma un organo esploratore in costante e mutuo

aggiornamento³⁷. Quando un individuo muove attivamente la sua mano per rapporto al suo corpo, e quindi alla gravità e alla superficie di supporto, è in contatto con la terra tanto quanto col suo oggetto. Per questo il tentativo che spesso viene fatto di dividere tatto e cinestesia comporta una confusione sull'importanza del movimento e della covariazione di questi diversi input. La cinestesia non si somma, mescola o fonde, con la sensazione cutanea: pelle e articolazioni sono entrambe proiettate nella stessa area somatoestetica della corteccia primaria. La constatazione sulla capacità "oggettificatrice" del movimento non è nuova³⁸. Si tratta infatti di una delle affermazioni più insistite di Katz (1925), attraverso la quale l'autore specifica la sua idea del tatto come senso della realtà³⁹. Il movimento ha dunque l'effetto di aumentare l'oggettificazione del sé in un ambiente reale. L'esempio cui ricorre Katz ci è noto, soprattutto, attraverso la ricca riflessione svolta da M. Merleau-Ponty, a partire dall'opera di E. Husserl. Si tratta del tema del "toccare-essere toccati", ovvero della reciprocità del tatto. Il corpo è una struttura particolare dell'universo della percezione in quanto contemporaneamente toccante e toccato, come quando una mano ne sfiora un'altra. Ora, sottolinea Katz, la parte del corpo che sarà avvertita come toccante, ovvero in cui prevarrà il versante soggettivo della sensazione, è quella statica, mentre quella che sarà avvertita come toccante, ovvero che

³⁷ Ad, esempio, se nel tatto passivo ad essere coinvolta è solo l'eccitazione dei recettori della pelle, nel tatto attivo, le variazioni nella stimolazione della pelle sono prodotte da variazioni nell'attività motoria. L'aspetto più importante di una visione attiva della percezione è che questa ha come correlato sempre la percezione di un oggetto, e non delle semplici *sensazioni* cutanee: la percezione dell'oggetto toccato è unitaria anche se avviene con più dita e quindi con più e separate stimolazioni cutanee, ed è stabile, anche se le dita si muovono e quindi si ha un'impressione di movimento rispetto alla pelle; la pressione delle dita su un oggetto informa piuttosto sulla durezza dell'oggetto, che sull'aumento di intensità della sensazione cutanea; passare le dita su un oggetto, permette di percepire la forma dell'oggetto, e non la deformazione della pelle.

³⁸ I movimenti avrebbero proprio il ruolo di isolare le componenti esterocettive in quanto invarianti rispetto alle altre, e quindi darebbero luogo alla percezione dell'oggetto percepito, piuttosto che delle singole sensazioni cutanee.

³⁹ Katz ricorda che nella divisione tradizionale dei sensi, la vista appartiene a quelli di tipo distale, in cui l'oggetto è percepito per mezzo di un medium, mentre il tatto è un senso prossimale, perché ci sarebbe contatto diretto con l'oggetto. In effetti, nel tatto la componente soggettiva è particolarmente importante, anzi, inevitabilmente legata alla seconda componente del tatto, che è quella che si riferisce alle proprietà degli oggetti. Il fenomeno tattile è dunque bipolare: uno stimolo leggero sul dorso della mano può essere avvertito in determinate circostanze prevalentemente come una sensazione soggettiva o come la sensazione dell'oggetto esterno che la causa. Polo oggettivo e polo soggettivo possono alternativamente prevalere, ma la bipolarità è sempre presente.

fornirà la sensazione di un oggetto esterno, sarà quella in movimento. Il movimento è, dunque, produttore di una realtà in quanto esterna e il ruolo dei movimenti esploratori è proprio quello di isolare le invarianti, e cioè scoprire le componenti esterospecifiche del flusso di informazione.

Conclusioni

La costante interazione sensomotoria, il ruolo dell'azione nella percezione e nell'apprendimento, il legame tra organismo e ambiente sono le determinanti cognitive da considerare per descrivere adeguatamente i sistemi cognitivi naturali. Adottare questo punto di vista allo studio dei comportamenti adattivi implica studiare come gli animali imparano a riconoscere e a sfruttare le informazioni relative allo spazio riconoscendo un ruolo importante all'azione. La conoscenza spaziale e motoria del mondo in cui si vive e a cui bisogna adattarsi può essere acquisita solo muovendosi ed agendo in esso. Abbiamo visto come l'approccio ecologico delle teorie sensomotorie sia in grado di spiegare senza "spiegar via" alcuni caratteri dell'esperienza percettiva in cui si articola il "campo fenomenologico" del sé. L'idea centrale di questo nuovo approccio inquadra l'esperienza non come qualcosa che "sentiamo", ma che "facciamo" nella costante esplorazione del mondo mediata dalla conoscenza di ciò che abbiamo chiamato "contingenze sensomotorie". Appare chiaro che a questo punto il soggetto della percezione non può oltremodo essere più considerato come un sottosistema o un modulo della mente, ma in qualità del suo essere un intero organismo in azione. La distinzione di un livello di analisi ecologica segna, infatti, l'opportunità di uno studio degli organismi più comprensivo che rifiuta i riduzionismi sia di stampo soggettivista che oggettivista, fornendo così un importante resoconto relazionale del contenuto fenomenico. Quest'ultimo, nello specifico, dipenderebbe da: 1) vincoli di ordine fisico; 2) attività sensomotorie così come sono costituite a livello dei processi neurali e di sviluppo; 3) storia evolutiva. L'edificazione di tali strutture spaziali e propriocettive fanno dell'agente-osservatore una componente dell'attività percettiva nel suo insieme, mentre oggetto di

interesse teorico sembra essere tale attività nel suo complesso. Il tratto d'unione di questo inscindibile legame è il proprio corpo, origine di un flusso di informazione che contiene proprietà sia invariabili che invarianti, necessarie a garantire la prospettività (piuttosto che la ineffabilità) dell'esperienza in prima persona. È proprio a partire dalle invarianti dell'informazione propriospecifica che si struttura il "senso di possesso" e il "senso di agentività" del soggetto attraverso quelli che andremo a chiamare nel capitolo successivo come "schemi" e "riferimenti" corporei garanti di una forma preriﬂessiva di conoscenza di sé.

2. SELF, CORPO ED ESPERIENZA. NUOVE POSSIBILITÀ PER UNA FENOMENOLOGIA NATURALIZZATA

Per diventare campioni di sci non è sufficiente
elaborare continuamente le informazioni dei sensi;
bisogna anticipare la discesa dentro di sé,
prevedere le tappe, intravedere le soluzioni possibili,
fare delle scommesse e prendere delle decisioni
prima che il gesto sia
definitivamente compiuto.

Alan Berthoz

L'ambiente è oggetto di esperienza almeno nella misura in cui noi lo possiamo percepire. Attraverso l'esperienza gli essere umani si costituiscono come soggetti. Questo tipo di impostazione ci consente di ridefinire la triade percezione-azione-cognizione in un'ottica nuova, compatibile con un'accezione "incarnata" dei processi cognitivi e affine ad una visione ecologica del sé. Queste evidenze ci conducono a considerare l'esistenza di diverse componenti uniche dell'esperienza corporea che dimostrano un legame intimo e profondo tra il corpo e l'esperienza pre-
riflessiva della coscienza. È il semplice dato dell'embodiement a definire un certo punto di vista per il sé agente poiché è grazie alla sua posizione nello spazio che ogni relazione diventa possibile. I postulati alla base di questa ipotesi sono che le azioni guidate dall'interno derivano da processi autonomi, che tali azioni si basano sulle rappresentazioni che anticipano gli effetti delle interazioni del sé con l'ambiente esterno e che, infine, esse svolgono un ruolo fondamentale nella strutturazione del sé intenzionale. Per tale ragione la prima parte di questo capitolo si propone di indagare i principali meccanismi di "orientamento" spaziale e motorio che sono bussole fedeli del corpo in azione. Nello specifico, ci serviremo dell'analisi sui meccanismi rappresentazionali di riferimento "egocentrico" e "allocentrico" per meglio specificare l'emergenza di "schemi" e "riferimenti corporei" in quella che definiamo essere una "cinematica mentale" del corpo in azione. Queste specifiche componenti percettive e cognitive ci

consentiranno di spiegare l'immanente senso di possesso del corpo, il suo senso di appartenenza e di identità che sono alla base di un modello minimale del sé come distinto da altri agenti. Infine, ci occuperemo della natura dei sistemi rappresentazionali che contribuiscono alla produzione di azioni volontarie dipendenti dal coinvolgimento attivo del soggetto durante il processo percettivo. Quest'ultimo risultato fornisce l'anello mancante tra le contingenze sensoriali del movimento, i programmi motori finalizzati allo scopo e la rappresentazione del mondo esterno costruita e mantenuta dal sé riflessivo. Questo modello elabora segnali "efferenti" e "afferenti" per fornire forma a rappresentazioni del corpo, per aggiornarle e per strutturare l'esperienza, costituendo un prerequisito fondamentale per le abilità cognitive superiori, come l'adozione di prospettiva e la comprensione dell'azione.

2.1 Radicamento percettivo e riconoscimento corporeo

La nostra esperienza di rapporto con l'ambiente e con gli altri è fatta di senso-percezione e motricità. Continuamente riceviamo informazioni dall'esterno e continuamente ci muoviamo. Con i nostri sensi riceviamo una grande quantità di informazioni: certamente di più di quelle di cui siamo consapevoli, così come molte sono le azioni che continuamente compiamo. L'essere umano è costantemente sottoposto ad informazioni esteroceptive provenienti dal contesto ambientale in cui si trova. Tali stimolazioni percettive permettono di assimilare il mondo circostante e di conseguenza di poter interagire e muoversi al suo interno. La relazione tra percezione e movimento, quindi, è determinante per la comprensione ed il controllo dell'attività motoria e, pertanto, è di estrema importanza un'opportuna acquisizione percettiva dell'ambiente esterno per riuscire ad eseguire, in modo corretto, il gesto più adeguato.

La percezione e il movimento costituiscono, dunque, un ciclo che è l'azione. L'azione nell'ambiente è il fondamento del Sé ecologico (Neisser, 1988), ma per comprendere il sé abbiamo innanzitutto bisogno di

comprendere come le azioni possono essere adattate all'ambiente⁴⁰. La prima osservazione da fare è che tale controllo deve essere adattato al futuro. Se vediamo una persona o un animale comminare urtando le cose circostanti, pensiamo che c'è sicuramente qualcosa di sbagliato, tanto diamo per scontato il controllo di previsione. Per evitare di entrare in collisione con gli oggetti, ad esempio, si devono percepire le conseguenze del proseguimento delle proprie azioni in atto e la stessa azione di evitamento opportuna deve essere innescata per tempo. Il cervello elabora, infatti, delle continue "ipotesi" sul mondo che utilizza per costruire dei modelli interni di sé e della realtà. Il soggetto, quindi, si trova ad analizzare le informazioni provenienti dalla stimolazione sensoriale, decidere quale risposta deve essere messa in atto ed, infine, organizzare il sistema motorio per produrre il movimento desiderato. Secondo Schmidt & Wrisberg (2000), ad esempio, il movimento risulta essere la conseguenza di una serie di processi psicomotori, quali: l'identificazione dello stimolo (percezione); la selezione della risposta (decisione); e la programmazione del gesto da attuare (azione). Tale modello sottolinea ulteriormente non solo il singolo gesto, ma anche la situazione ambientale in cui ha luogo l'intera azione. Le cose diventano ancora più complesse se prendiamo in considerazione che il compito del soggetto non si limita mai alla semplice percezione del contesto, ma riguarda sempre, più nello specifico, l'interazione con gli oggetti che si muovono al suo interno. Evitare una collisione oppure intercettare un oggetto in movimento implica la pianificazione e l'esecuzione dell'azione sulla base della stima del tempo di contatto, ovvero il tempo necessario per cui soggetto e oggetto si pongano a distanza. Questo non comporta soltanto delle conseguenze ambientali che possono essere osservate, perché nello stesso tempo l'azione fornisce l'informazione per il sé come "agente

⁴⁰ Il concetto di sé ecologico ha le sue radici nella teoria sostenuta da James J. Gibson (1977; 1979), che le configurazioni sistematiche di flusso nel campo visivo contengono informazione sufficiente a specificare le situazioni che le producono. Queste idee sono state inizialmente proposte per spiegare la percezione visiva, ma in seguito si sono evolute in una più generale psicologia ecologica che attribuisce un'esistenza oggettiva all'informazione proveniente dal mondo esterno.

causale”. Così come osservato da Preyer (1890) in un famoso capitolo intitolato “Lo sviluppo del sentimento di sé”:

Un altro importante fattore è la percezione di un mutamento prodotto dalla propria attività [...] il giorno più straordinario nella vita del bambino, è quello in cui per la prima volta sperimenta la connessione di un movimento che lui stesso ha eseguito con un’impressione sensoriale che immediatamente lo segue. Il bambino non conosce ancora il rumore che deriva dallo strappare e spiegazzare la carta in pezzi piccolissimi, prova sempre la nuova sensazione del suono, e ripete l’esperimento giorno dopo giorno, intensificando l’esercizio fino a che questa connessione non ha perso il fascino della novità [...] il bambino ha avuto adesso l’esperienza che lui stesso può essere regolarmente la causa che provoca una percezione combinata di vista e suono al punto che quando strappa la carta compare, da una parte, la diminuzione delle dimensioni del foglio stesso e dall’altra il rumore. La pazienza con cui questa occupazione viene svolta regolarmente, si spiega con la gratificazione che il bambino prova nell’essere un agente causale, con la gratificazione data dalla percezione che colpendo in questo modo si effettua per mezzo della propria attività, una trasformazione come quella di ridurre un giornale in frammenti⁴¹.

A questo punto Preyer conclude scrivendo che la soddisfazione che tali attività offrono deve essere molto grande, e ha probabilmente la sua origine nel sentimento della propria capacità generato dai movimenti prodotti dal bambino stesso (mutamento di luogo, di posizione e di forma), e nell’orgoglioso “sentimento di essere una causa”. La scoperta della disponibilità offerta da un semplice strumento (in questo caso un foglio di carta e il suo crepitio in frammenti), si accompagna irrimediabilmente alla scoperta dell’efficacia del proprio movimento in un’azione specifica e ben intenzionata. Questo illustra ancora una volta non solo la reciprocità tra l’animale e l’ambiente, quanto soprattutto la possibilità dell’individuo di scoprirsi in quanto causa del proprio corpo in azione. Dimostra, in aggiunta, quanto precoce sia l’organizzazione spaziale del movimento e del comportamento e di quanto precocemente tale organizzazione venga vincolata sia da elementi presenti nel contesto percettivo, sia da elementi anticipati spazialmente e cercati in un determinato luogo anche quando mancano. Il cervello confronta continuamente la geometria del mondo esterno, direttamente percepita dalle superfici recettoriali, con le geometrie

⁴¹ Op. cit., in Neisser, 1993.

interne dei suoi numerosi sistemi percettivi e motori, con riferimenti percettivi ed ecologici distribuiti nei due emisferi cerebrali. Ogni variazione esterna si traduce in variazioni spaziali e temporali, sulle superfici recettoriali, che sono elaborate dalle molteplici rappresentazioni corticali e sottocorticali. Tali rappresentazioni che definiamo anatomofunzionali permettono l'emergenza di "schemi" e "riferimenti corporei", ovvero di dispositivi di trasformazione di coordinate sensoriali in altre coordinate propriamente spaziali, attraverso il quale il movimento viene controllato e modificato. Non è, infatti, un caso che le mappe spaziali emergono più facilmente dall'esplorazione attiva del bambino attraverso la locomozione (nelle sue varie forme) che gli consente di modificare i suoi punti di vista e di viverne le trasformazioni. Il riconoscimento degli oggetti, ad esempio, sembra richiedere un'attiva modificazione della loro prospettiva (visiva, tattile, uditiva) realizzabile sia tramite la manipolazione degli oggetti stessi sia tramite il loro trasporto nell'ambiente da un luogo ad un altro nello spazio.

L'emergenza naturale dell'orientamento spaziale sembra così imporsi, fin dalla nascita, come funzione adattiva, biologicamente significativa per la sopravvivenza nell'ambiente. I meccanismi che la supportano emergono già nei primi movimenti spontanei e nelle prime forme di attività direzionata del neonato. Queste evidenze ci conducono a considerare l'esistenza di diverse componenti uniche dell'esperienza corporea che dimostrano un legame intimo e profondo tra il corpo e il sé pre-riflessivo. È il semplice dato dell'embodiement a definire un certo punto di vista per il sé poiché è grazie alla sua posizione nello spazio che ogni relazione diventa possibile. Il cervello dispone, infatti, di motoneuroni capaci di modulare l'informazione sensoriale all'origine, adattarla alle esigenze del movimento per simulare un atto in previsione di un'azione⁴². La principale proprietà di questi neuroni,

⁴² I motoneuroni (o neurone di moto) sono presenti nel sistema nervoso centrale e attivati inducono la contrazione del muscolo permettendo di eseguire movimenti volontari. La via nervosa che induce il movimento volontario è costituita infatti da: *primo motoneurone*: è presente a livello della corteccia cerebrale. I suoi prolungamenti (assoni) scendono verso la parte inferiore del corpo formando un fascio di fibre, il cosiddetto fascio piramidale. Queste fibre raggiungono il secondo motoneurone trasmettendogli l'impulso elettrico. Il *secondo motoneurone*, che si trova a livello del tronco encefalo e del midollo spinale, una volta attivato genera anche esso un impulso elettrico che percorre il suo prolungamento

ad esempio, è quella di fornire un meccanismo di anticipazione in funzione del movimento, dell'obiettivo e del contesto di riferimento (Berthoz, 1997). Il concetto di sistema di riferimento è legato, infatti, a quello di spazio. Tale sistema di referenza coinvolge la capacità di rappresentarsi gli attributi spaziali di oggetti ed eventi, così come la localizzazione di queste entità in un ambiente a larga scala entro il quale entrambi (gli oggetti e l'organismo) coesistono. Le nostre azioni si svolgono, infatti, in uno spazio articolato che secondo Grüsser (1991) può essere diversificato in "spazio personale" e "spazio extrapersonale"⁴³. Ognuno di questi si articola esso stesso in molti sottospazi esplorabili tramite meccanismi differenti e che forniscono riferimenti distinti. Anche secondo Previc (1998), infatti, la distinzione tra "spazio peripersonale" (vicino) e "spazio extrapersonale" (lontano) deve essere distinta in relazione alla tipologia di azioni che il soggetto è in grado di compiere al suo interno. Più precisamente lo spazio peripersonale sarebbe il risultato dell'integrazione multisensoriale (*visuo-tattile*) delle rappresentazioni necessarie per i movimenti di allungamento del braccio (*reaching*) e manipolazione manuale (*grasping*). Il confine tra queste due rappresentazioni spaziali è, dunque, dato dall'azione diretta del soggetto: lo spazio peripersonale, include, infatti, lo spazio che è direttamente raggiungibile dall'azione umana, senza cioè la necessità di spostare il proprio corpo; lo spazio extrapersonale include, invece, lo spazio che non è direttamente raggiungibile da azioni di presa o contatto dell'oggetto.

La prima prova del fatto che la distinzione tra spazio peripersonale e spazio extrapersonale ha una base neurale è stata data da Hyvarinen (1974, 1981, 1982), il quale ha evidenziato dei neuroni, situati nella corteccia parietale della scimmia, che scaricavano ogni qual volta che qualcuno poneva dell'uva nel loro spazio di cattura. Un recente studio di Cagiano e collaboratori (2009), ha dimostrato che la differenza tra spazio peripersonale e spazio extrapersonale è codificata anche nei neuroni specchio: nel macaco circa la metà dei neuroni specchio si attivano quando l'azione osservata si

(assone) e raggiunge la fibra muscolare. Qui tramite la cosiddetta giunzione neuro-muscolare il segnale viene trasmesso al muscolo che si contrae.

⁴³ Si deve a Grüsser la distinzione tra spazio personale e extrapersonale, vicino o peripersonale e lontano.

trova nello spazio peripersonale mentre l'altra metà solo quando l'azione osservata si trova nello spazio extrapersonale. Gamberini e colleghi (2008) hanno dimostrato come l'attraversamento del confine tra spazio peripersonale e spazio extrapersonale implichi l'attivazione e la disattivazione di due rappresentazioni spaziali tra loro molto differenti. Il lavoro ha anche confermato la plasticità di tale confine, mettendo in luce l'effetto degli artefatti sulla percezione dello spazio.

Il concetto di riferimento corporeo ed extracorporeo ha stimolato gli studi di numerosi ricercatori. La posta in gioco è quella di comprendere quali riferimenti utilizza il cervello nella formazione di una rappresentazione stabile di sé. Tutti i dati che precedono suggeriscono il fatto che il cervello non utilizza un solo sistema di riferimento, ma molteplici in funzione del compito da realizzare e degli indizi sensoriali utilizzabili o essenziali. Per esempio è possibile rappresentare la posizione degli oggetti in parecchi modi. Uno dei modi per codificare le rappresentazione delle relazioni con gli oggetti e i movimenti in un dato luogo consiste, ad esempio, nel riferire tutto al proprio corpo secondo un sistema di coordinate che andremo ora a definire come "egocentrico" e "allocentrico".

2.2.1 Il sistema di riferimento egocentrico e allocentrico

Zigmond (2001) sostiene che la natura distribuita dell'informazione spaziale e gli scopi molteplici per i quali essa viene utilizzata indicano che noi costruiamo una rappresentazione dello spazio non una sola volta, ma ripetutamente. Il cervello costruirebbe una estensione spaziale del corpo tramite l'integrazione di informazioni diverse (Holmes, 2004). Poincaré, ad esempio, scriveva che immaginare un punto dello spazio è immaginare i movimenti che bisogna fare per raggiungerlo. In effetti noi possiamo simulare mentalmente i tragitti che facciamo attraverso una strategia cognitiva di tipo "egocentrico", rintracciando la strada e recuperando le impressioni cinestesiche (Berthoz, 2001). Viceversa, invece, utilizziamo una modalità "allocentrica" quando il riferimento di orientamento è esterno al

corpo del soggetto. La distinzione tra questi due sistemi di riferimento è estremamente importante. La maggior parte degli animali è, infatti, capace di realizzare una codificazione egocentrica, ma solo i primati e l'uomo sono veramente in grado di utilizzare la codificazione allocentrica. Quest'ultima ha il vantaggio di permettere la manipolazione mentale delle relazioni fra gli oggetti senza doverli riferire in permanenza al proprio corpo. Una capacità di riflettere sulle distanze, direzioni, dimensioni che caratterizza il cervello umano aprendo alle inedite speculazioni della geometria. La codifica allocentrica è infatti invariante rispetto al proprio movimento e quindi si presta bene alla simulazione interna mentale degli spostamenti

Nella letteratura sulla *Spatial Cognition* (Paillard, 1991; Pani & Dupree, 1994) i sistemi di riferimento egocentrici definiscono l'informazione spaziale rispetto all'osservatore e le rappresentazioni spaziali che ne derivano mantengono la prospettiva secondo la quale l'informazione è stata acquisita. Il sistema di riferimento allocentrico, invece, specifica l'informazione spaziale indipendentemente dalla posizione del corpo. Pertanto, le rappresentazioni che ne derivano sono centrate sugli oggetti o sulle caratteristiche ambientali. I due tipi di strategia cognitiva sono stati entrambi studiati nelle loro basi neurali (Committeri, Galati, et al., 2004). Ogni modalità corrisponde quindi ad una diversa strategia di esplorazione dello spazio e dell'ambiente circostante, e l'utilizzo dell'una o dell'altra dipende da molti fattori diversi, che vanno dalle caratteristiche individuali, al tipo di spazio (ad esempio grandi spazi o spazi ristretti), al tipo di compito da svolgere. Secondo Wang e Spelke (2000), ad esempio, la navigazione umana in ambienti piccoli e nuovi dipende da una rappresentazione egocentrica aggiornata continuamente dal movimento del soggetto, mentre per orientarsi gli uomini fanno riferimento a rappresentazioni mentali geometriche dello spazio (allocentriche). La rappresentazione delle forme dell'ambiente circostante permane quindi stabile e permette di conoscere il mondo.

Sono state così individuate molte aree cerebrali che si attivano quando noi utilizziamo, in vario modo, informazioni spaziali. Per quanto concerne lo spazio personale, per merito delle nuove metodiche di indagine, si è

passati dalla idea di un'unica, grande rappresentazione del corpo, che era stata individuata da Penfield nel 1956, alla individuazione di più mappe, che si integrano fra loro già a livello della corteccia somatosensitiva primaria⁴⁴. Dalla corteccia somatosensitiva primaria e dalle aree uditive, vestibolari e visive partono proiezioni alle aree associative di ordine superiore della corteccia parietale anteriore e alle aree associative multimodali della corteccia parietale posteriore (Committeri, Galati et al., 2001). Le aree associative della corteccia parietale posteriore ricevono afferenze anche dall'ippocampo. Quindi in queste zone si integrano le informazioni relative allo spazio personale che provengono dai diversi canali sensoriali. Sono stati anche individuati gli stretti legami fra la rappresentazione del corpo, le emozioni e la memoria implicita (Damasio, 1995, 1999; LeDoux, 2002). Sono, quindi, implicate nella rappresentazione dinamica del corpo anche zone sottocorticali: tronco encefalico, sistema limbico, cervelletto, nuclei della base. Insieme con la corteccia retrospleniale la corteccia parietale posteriore ed il precuneo partecipano al processo percettivo e alla scena visiva necessarie per stabilire e mantenere la propria postura (Maguire et al., 2003). Per quanto concerne lo spazio extrapersonale, durante compiti spaziali egocentrici si attivano la rete posteriore parietale (precuneo dorsale e lobulo parietale superiore) e frontale. La rete parieto frontale è bilaterale, ma più estesa nell'emisfero di destra. È stato rilevato che la corteccia parietale posteriore e i lobi frontali si attivano maggiormente in compiti egocentrici rispetto a compiti allocentrici centrati sull'oggetto.

In sintesi possiamo riassumere dicendo che essendo l'organizzazione spaziale una situazione complessa (che richiede l'attività congiunta di diverse regioni secondo la referenza spaziale usata) esistono aree che si attivano diversamente. I dati rilevano che la codifica egocentrica è

⁴⁴ Wilder Penfield, noto neurochirurgo canadese, è passato alla storia della scienza, non tanto per le sue operazioni di resezione di corpi callosi (tramite le quali pensava di poter curare l'epilessia) quanto piuttosto per gli esperimenti di "stimolazione" della corteccia cerebrale, che ha poi utilizzato in vari modi e con fortuna. Uno dei contributi che ci ha lasciato è la rappresentazione del nostro corpo sulla corteccia cerebrale dalla quale poi ha avuto seguito la ricostruzione dell'homunculus somatosensitivo.

rappresentata corticalmente soprattutto nelle zone dorsali, connesse alle regioni frontali, mentre una codifica centrata su referenze esterne richiede le regioni dorsali e ventrali, diverse a seconda che il riferimento sia un oggetto mobile o una struttura fissa. Il sistema egocentrico sarebbe fondamentale per la formazione dello “schema corporeo”, fondato sulla propriocezione ed attivato in maniera inconsapevole. Le coordinate allocentriche, invece, consentirebbero la rappresentazione di un corpo diverso dal proprio, soprattutto sulla base di informazioni visive che non attivano lo schema corporeo. Tuttavia, è ancora discusso se le componenti egocentriche ed allocentriche siano funzionalmente distinte (Farrer, Frith et al., 2002, 2003; Tsakiris, Hesse et al., 2006), o se coincidano in un’unica rappresentazione utilizzata per sé e gli altri (Reed e Farah, 1995; Tessari e Rumiati, 2002). In una serie di esperimenti si è inteso verificare se le due componenti egocentrica ed allocentrica interagiscano o siano distinte tra loro. Il compito fondamentale, un compito immaginativo di navigazione sul corpo, richiedeva di decidere se la disposizione verticale di triplette di parole indicanti parti del corpo corrispondesse all’allineamento dall’alto verso il basso delle stesse parti nel soggetto sperimentale (riferimento egocentrico) o in un manichino (riferimento allocentrico); in tutti gli esperimenti è stata manipolata la postura del soggetto e dunque le informazioni propriocettive. Nel primo esperimento preliminare si è verificato se la postura adottata fosse in grado di influenzare la prestazione al compito immaginativo corporeo egocentrico o ad altri compiti immaginativi visuospatiali che non implicassero il riferimento a rappresentazioni corporee. Nel secondo esperimento si è inteso verificare se i soggetti in una postura in piedi “canonica” o in una postura seduta “inusuale” avessero diverse prestazioni sul compito di navigazione con riferimento egocentrico o allocentrico. Nel terzo esperimento i compiti allocentrico ed egocentrico sono stati eseguiti in quattro posture, in modo da variare in maniera ortogonale la postura (in piedi o seduta), e la familiarità (postura canonica o inusuale). Infine, nel quarto studio è stato verificato se informazioni corporee somministrate attraverso la modalità visiva potessero influenzare le prestazioni al compito egocentrico. Nell’insieme, i risultati

evidenziano che la postura a cui fare riferimento durante il compito, ma non quella adottata, influenza significativamente le prestazioni in termini di tempi di reazione e di numero di risposte corrette; non sono state osservate, invece, interazioni significative tra la postura di riferimento e quella adottata. Tali dati sono a favore dell'ipotesi di un'indipendenza funzionale delle rappresentazioni corporee egocentrica ed allocentrica. I riferimenti utilizzati dal cervello sono, dunque, flessibili e dipendono dal movimento. Gli aspetti del movimento sono governati da regole che codificano non solo le relazioni di fasi nello spazio quanto anche le coordinate tra le parti del corpo e gli arti. La convergenza delle informazioni sensoriali riguarderebbe allora i sensi rilevati per ogni parte specifica del corpo.

Gli studi sulle rappresentazioni egocentriche e allocentriche hanno in parte dimostrato il fatto che il sistema di riferimento del corpo in movimento dipende non solo dal compito da svolgere quanto dalla possibilità di percepire in maniera complessiva e dinamica le relazioni tra le parti del corpo. Questa flessibilità deve essere iscritta nella struttura stessa del sistema nervoso, tanto essa risulta fondamentale. Il corpo, per meglio dire la percezione del proprio corpo, diviene quindi il cardine (e al tempo stesso lo stimolo) mediante il quale costruire anche la propria fisicità, modulare il proprio agire nella consapevolezza di una identità corporea presto assestante. L'evoluzione delle idee sui sistemi di riferimento corporei ci conduce a prendere in esame una delle funzioni più importanti del sistema visuovestibolare: la capacità di consentire l'organizzazione del sistema di riferimento spaziale comune a tutto il sistema motorio. Non è facile venire a conoscenza dei meccanismi che sono alla base di tale codificazione del movimento senza utilizzare metodi indiretti di tipo cognitivo. L'informazione propriocettiva può infatti contribuire alla costruzione dei sistemi interni di riferimento spaziale dell'intero sistema motorio. Secondo questo punto di vista, la capacità di un organismo di entrare in relazione con l'ambiente esterno, di cui l'orientamento spaziale è una manifestazione, si esprime attraverso una serie di atti complementari e inscindibili che vanno affrontati come un tutto unico. Questi modelli dei comportamenti spaziali vengono realizzati attraverso un ripensamento del ruolo dell'organismo, nel

quale percezione-rappresentazioneazione, separabili solo per facilitarne lo studio poiché intrinsecamente uniti, determinano, modificano e definiscono il modo in cui si acquisiscono, elaborano, memorizzano e utilizzano le informazioni di tipo spaziale. Facendo riferimento ad alcuni studi di etologia cognitiva, nei prossimi due paragrafi tenteremo di mostrare come alcune strategie cognitive appartenenti all'universo dei comportamenti spaziali facciano riferimento a coordinate egocentriche strutturate su segnali propriocettivi di natura interna. In particolare l'elaborazione delle informazioni geometriche dell'ambiente, l'elaborazione neurale dello spazio e l'emergenza di comportamenti spaziali si costituirebbero proprio a partire dalla natura sensomotoria del comportamento animale, consentendo la formazione di veri e propri meccanismi di orientamento che sono bussole fedeli del proprio corpo in azione.

2.2.3 Strategie spaziali basate su stimoli corporei

Il comportamento di un organismo dipende sia dalla stimolazione ambientale che riceve attraverso gli organi di senso sia dagli stimoli interni che il corpo stesso produce, ad esempio gli orologi interni legati ai ritmi circadiani o il feedback motorio. Nel caso in cui l'utilizzo di questi ultimi sia preponderante rispetto ai primi, possiamo parlare di orientamento spaziale con strategie basate su stimoli corporei. Per l'orientamento spaziale, quale che sia il meccanismo implicato, è necessario che l'organismo conosca la propria posizione in un preciso momento, la direzione e la distanza per andare in un altro luogo.

Tra le strategie basate su stimoli interni, il *dead reckoning* consente di fare ciò. Questo termine, sinonimo di *path integration*, deriva probabilmente da un'abbreviazione corrotta di *deduced reckoning*, cioè il processo di aggiornamento continuo della stima della posizione in base alla velocità di spostamento, della direzione e della durata del movimento. Quando i primi navigatori transoceanici, come Cristoforo Colombo, si trovarono, per la prima volta, nella condizione di non vedere la terra per un lungo periodo di tempo, per non perdersi dovettero escogitare un sistema per registrare la

propria posizione rispetto al punto dal quale erano partiti. Per fare questo misurarono due componenti relative al movimento della nave nel corso del loro viaggio verso le Americhe: la direzione rispetto ad un punto di riferimento conosciuto che potevano vedere, come il sole o le stelle e la distanza percorsa in un certo lasso di tempo, stimata in base alla velocità della nave. Trascrivendo continuamente queste informazioni nel diario di bordo, i navigatori potevano sommare i vettori e stimare quindi la posizione attuale rispetto al punto di partenza.

Il *dead reckoning* è quindi il processo che consente al navigatore di dedurre la propria posizione (rispetto ad un punto di partenza) in base ai movimenti effettuati. Più in generale possiamo definire questo meccanismo come un processo attraverso il quale la relazione spaziale tra l'animale e uno o più luoghi significativi dell'ambiente è continuamente aggiornata mentre l'animale si muove. Se una formica del deserto del genere *Cataglyphis*, ad esempio, si sposta alla ricerca di cibo, la sua posizione relativamente al nido si modificherà mentre essa si muove nel deserto. Rappresentando il formicaio come l'origine di un sistema di coordinate allocentriche, cioè indipendenti dalla posizione del soggetto navigatore, la posizione attuale della formica può essere rappresentata come un vettore che ne specifica la distanza e la direzione rispetto al nido ed è continuamente aggiornato. Le formiche (Wehner e Wehner, 2000), durante le loro peregrinazioni nel deserto alla ricerca di cibo, misurano le componenti angolari e lineari, integrandole in un unico vettore che consente il ritorno diretto al formicaio.

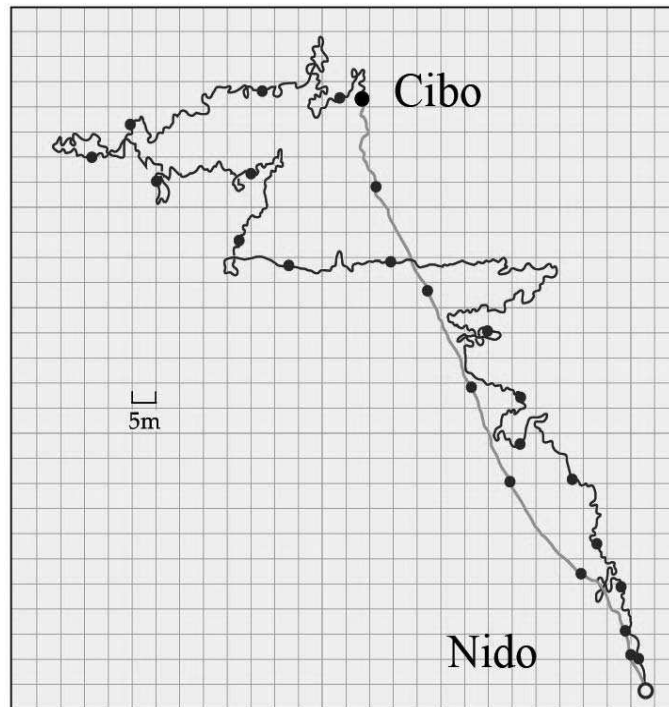


Figura 2.2.3 Esempio di integrazione compiuta dalle formiche del deserto: si allontanano dal formicaio, punto in basso e si muovono in cerca di cibo lungo un tragitto fatto di varie svolte. Memorizzano però il tragitto percorso e sono in grado di tornarvi seguendo un percorso diretto (Wehner R., Michel B., e Antonsen P., 1996).

Questo tipo di meccanismo è stato identificato negli insetti (Collett et al., 1993), negli uccelli (Regolin et al., 1995) e nei mammiferi (Etienne, 1992) tra cui anche gli uomini (Loomis et al., 1993). I cambiamenti della direzione di movimento rispetto alla posizione di partenza dell'animale possono essere registrati tramite l'uso di propriocettori come i canali semicircolari nei vertebrati per la detezione dell'accelerazione angolare o facendo riferimento a "bussole" come la posizione del sole. Una bussola magnetica è stata identificata per gli uccelli (Wiltschko e Wiltschko, 1987, 1999) ed una specie di termiti (Korb, 2003), ma sono state identificate anche altre bussole basate su indizi visivi come le stelle, grossi punti di riferimento all'orizzonte o il pattern di luce polarizzata del cielo (la rifrazione della luce nell'atmosfera produce uno specifico pattern del cielo che è invisibile all'occhio umano, ma può invece essere percepito da api, formiche, scarafaggi e libellule). Solo determinando la direzione del movimento, l'orientamento non sarebbe possibile: è quindi necessario calcolare anche la distanza dal punto di partenza. Anche in questo caso gli animali possono

servirsi di propriocettori quali gli organici otolitici che misurano l'accelerazione lineare o di informazioni sui movimenti effettuati. Ad esempio mantenendo stabile il ritmo dei passi, la distanza percorsa sarà riconducibile al numero dei passi. Questi sistemi idiotetici sono però soggetti all'errore, quindi, quando è possibile, gli animali sfruttano anche informazioni provenienti da stimoli esterni. Infatti utilizzando solo il meccanismo di *dead reckoning*, gli errori si possono accumulare su lunghe distanze. Il risultato sarà che gli animali raggiungeranno le zone del nido, ma non il nido stesso. Quindi, dopo che la *path integration* ha condotto gli animali nelle vicinanze del nido, potrà entrare in gioco un altro meccanismo, basato sull'utilizzo di punti di riferimento ambientali, che cooperano per riportare un animale a casa. Infatti, anche se grazie alla *path integration* gli animali possono approssimativamente raggiungere l'area desiderata, è necessario che essi considerino informazioni locali per identificare accuratamente l'obiettivo. Ad esempio le formiche (Ronacher e Wehner, 1995) e le api usano degli odometri visuali. Questo è stato mostrato attraverso degli esperimenti nei quali, se nelle formiche del deserto il flusso ottico lungo il percorso viene aumentato artificialmente, le formiche sovrastimano la distanza che hanno percorso e iniziano la ricerca del formicaio prima rispetto ai controlli con il flusso ottico non modificato (Wehner, Michel e Antonsen, 1996).

Gli animali quindi si orientano anche basandosi su indizi esterni, con la strategia del *beaconing homing*, avvicinandosi a segnali che sono posti vicino all'obiettivo che vogliono raggiungere o con la *landmark navigation*, sfruttando appunto la configurazione relativa di diversi punti di riferimento per identificare una certa area. Ma di questo è opportuno parlare a proposito delle strategie basate su stimoli esterni. Basarsi solo su informazioni auto-generate dell'organismo può infatti costituire una fonte di errore: per questo motivo, nel corso dell'evoluzione, sono stati acquisiti dei meccanismi che consentono di orientarsi e navigare servendosi degli indizi che sono presenti nell'ambiente nel quale si agisce (Healy, 1998).

Parlare di indizi, insieme agli stimoli, implica la considerazione del ruolo attivo dell'organismo che si orienta nel selezionare la propria

stimolazione. Gli indizi esterni possono essere infatti raccolti in modi diversi: direttamente attraverso sensazione e percezione, indirettamente tramite l'azione e coordinando sensazione ed azione. Un meccanismo di orientamento che sfrutta indizi esterni all'animale utilizza punti di riferimento ambientali per associarli a specifici luoghi. Questi punti di riferimento costituiscono delle guide, dei fari da avvicinare, evitare, rispetto a cui girare a sinistra o a destra. Esempi di comportamenti che sfruttano questi indizi sono l'*approaching* o *beaconing*, termini che descrivono la capacità di dirigersi verso indizi ambientali che si trovano in corrispondenza dell'area target, riconducibili a meccanismi stimolo-risposta. A questo estremo del nostro continuum si può ricondurre la *landmark navigation* (Hong et al., 1992; Lambrinos et al., 2000; Cartwright e Collett, 1983) secondo la quale una posizione è definita dalla distribuzione spaziale di una serie di punti di riferimento circostanti. Un organismo che vuole ritornare in un certo posto immagazzinerà l'informazione relativa a come questi punti di riferimento sono percepiti da questa posizione. Questa informazione che consente di identificare una posizione in base alla distribuzione di punti di riferimento nello spazio è chiamata spesso *location signature*. Per ritornare nel luogo desiderato, l'animale compara la "firma" della posizione corrente con quella depositata in memoria e si muove in modo da minimizzare la discrepanza tra le due, fino al raggiungimento del target. Alcune ricerche di laboratorio sono state condotte sull'uso di *landmark* per ritrovare una posizione, ad esempio il centro, in base ad una configurazione di punti di riferimento. La prima di queste esperienze risale agli anni '30 quando Tinbergen (1932, 1952) posizionò delle pigne in modo da formare un cerchio intorno ad un nido di vespa della sabbia. In un secondo tempo spostò il cerchio di pigne in una nuova posizione e osservò che la vespa cercava il nido al centro delle pigne spostate. Più recentemente Spetch e colleghi (1997) hanno mostrato che sia i piccioni sia gli esseri umani riescono ad usare una configurazione di *landmark* per trovare il centro; e Tommasi e Vallortigara (1997, 2000) hanno mostrato che anche i pulcini riescono ad identificare il centro di un'arena chiusa di diversa forma, basandosi solo sull'informazione geometrica fornita dall'arena.

Nella parte centrale del continuum che unisce i due estremi relativi alla stimolazione interna ed esterna, trovano posto le strategie per l'orientamento che sfruttano sia gli indizi esterni che le informazioni provenienti dall'interno⁴⁵. Tra queste si possono distinguere, da una parte, le informazioni auto-generate dall'organismo che costituiscono il versante interno della stimolazione e dall'altra le conoscenze spaziali su cui l'organismo stesso può contare. Queste ultime vengono acquisite nel corso dei processi evolutivi, di sviluppo e di apprendimento attraverso l'assimilazione di informazioni derivanti da stimoli autogenerati. Una volta acquisite divengono un patrimonio a cui attingere anche in assenza degli stimoli esterni da cui avevano tratto origine, un patrimonio custodito internamente dall'organismo. La navigazione richiede l'uso dei nostri sensi, richiede cioè che si faccia attenzione ai punti di riferimento e alle nostre conoscenze di base. In tal senso possiamo affermare più semplicemente che la principale funzione dei sistemi di riferimento basati su coordinate egocentriche e allocentriche, è la possibilità di combinare messaggi provenienti da differenti sistemi sensoriali. L'utilizzazione di segnali propriocettivi ed endogeni ha, infatti, un forte carattere predittivo per l'azione. Essi sono in effetti capaci di misurare le derivate velocità, accelerazione, cambiamenti di forza e di pressione delle grandezze fisiche che li attivano. La configurazione di una scena e il successivo spostamento nello spazio non è, dunque, dovuto ad una semplice catena di risposte a degli stimoli, ma implica il confronto dello stato dei recettori con una predizione da verificare e mantenere costante durante il movimento.

⁴⁵ Anche il *piloting* implica un'interazione tra stimolazioni interne ed esterne. Questo comportamento è stato definito da Gallistel (1990) come l'uso di "landmark osservabili per aiutare a localizzare la propria posizione su una mappa mentale, quindi rispetto a landmark non attualmente osservabili" e da Sholl e colleghi (2000) come "il processo di orientarsi rispetto a landmark che sono nascosti alla vista usando landmark visibili e una mappa". Entrambe queste definizioni sottolineano il fatto che il *piloting* si basa sulle configurazioni dei landmark all'interno di una rappresentazione mentale mantenuta dall'organismo sotto forma di mappa. Il *piloting* presuppone il processamento delle informazioni esterne, in particolare il mantenimento della rappresentazione di 3 posizioni spaziali: la posizione dei landmark osservabili che sono usati come punto di riferimento per la navigazione; la posizione dei landmark invisibili che rappresentano la destinazione; la posizione dei landmark percepiti durante la navigazione e le relazioni spaziali (direzioni, distanze) tra questi.

Il repertorio motorio costituisce la prova migliore del fatto che il movimento non è il risultato di meccanismi passivi, ma è iscritto nella pianificazione generale dell'azione. L'organismo porta cioè nella testa non solo una mappa degli avvenimenti esterni, ma anche un modello in scala ridotta della realtà esterna e delle sue azioni possibili. A tale riguardo i neurologi Head e Holmes (1911) sono stati i primi a suggerire che la corteccia cerebrale contiene ciò che essi hanno chiamato “schema corporeo”, in funzione del quale sarebbero realizzati la postura, la localizzazione e la coordinazione del movimento. Il cervello conterrebbe un modello interno delle misure relative dei segmenti corporei, delle loro relazioni e delle loro posizioni in un contesto fisico e di riferimento spaziale. Ma come vedremo nei paragrafi successivi lo schema corporeo è soprattutto la fonte principale della nostra percezione del corpo la cui importanza si consolida, in aggiunta, nel fornirci una adeguata integrazione percettiva e sensoriale delle azioni possibili.

2.2 Rappresentazioni corporee e modelli interni

Le rappresentazioni percettive del corpo sono state oggetto di numerosi studi che hanno affrontato il tema partendo da posizioni teoriche molto diverse. Si è fatto riferimento a una serie di definizioni e di concetti molto diversi fra loro come *percezione corporea*, *immagine corporea*, *idea di corpo*, e *schema corporeo*, che molto spesso sono stati usati al di fuori di una teoria unitaria di riferimento (Guaraldi, 1990). L'origine dell'interessamento scientifico per le rappresentazioni corporee può essere fatto risalire al XVI secolo con la prima descrizione del “fenomeno dell'arto fantasma” da parte del chirurgo Ambroise Paré⁴⁶, dimostrazione che apporta

⁴⁶ La sindrome dell'arto fantasma è un deficit percettivo che riguarda la rappresentazione schematica del proprio corpo. Parliamo, infatti, di soggetti che avendo subito l'amputazione di un arto, possono continuare a provare dolori o sensazioni in un punto dello spazio in cui si trovava originariamente l'arto amputato. Questa sensazione, che però si tramuta spesso in una vera e propria convinzione cognitiva, è la dimostrazione più evidente dell'esistenza dello schema corporeo, che persiste, nonostante dall'arto amputato non giungano impulsi nervosi dai centri corticali. Il fenomeno venne per l'appunto descritto per la prima volta dal chirurgo Ambroise Paré nel 1551. La prima descrizione dettagliata e più scientifica di questo fenomeno è stata fatta da Weir Mitchell nel 1872 che lo definiva con il termine

una prova in più a favore della realtà dello schema corporeo. Le sindromi neuropsicologiche suggeriscono che alla base dell'esistenza di tali rappresentazioni corporee vi siano specifici meccanismi neuronali che permettono un continuo e costante aggiustamento automatico dell'insieme delle sinergie motorie e sensoriali necessarie per raggiungere l'effettivo scopo di un'azione poiché includono nel contempo la geometria e la dinamica dei segmenti corporei in riferimento allo spazio d'azione esterno⁴⁷.

Il cervello utilizza riferimenti egocentrici e allocentrici attraverso l'integrazione schematica delle informazioni sensoriali e lo fa principalmente creando tanti "spazi" sensori-motori quanti sono i segmenti corporei di riferimento. Si coglie così l'estrema complessità di definire la costruzione di una rappresentazione unica del proprio corpo, soprattutto quando esso è in movimento⁴⁸. Dati recenti ottenuti, tramite tomografia cerebrale a emissione di positroni, rendono possibile la conoscenza delle basi neurali dello schema corporeo. Bonda e collaboratori (1995) hanno formulato a riguardo un esperimento interessante per i nostri fini. Hanno presentato ad un soggetto delle fotografie di mani che adottavano posture diverse con diversi orientamenti e gli hanno chiesto di specificare se si trattasse di una mano destra o di una mano sinistra. Questo protocollo sperimentale deriva da esperimenti di psicologia cognitiva sulla rotazione mentale (Gregory, 1966), i quali hanno stabilito che i soggetti rispondono

"allucinazioni sensoriali". Ciononostante, l'arto fantasma, appunto per la sua stranezza, fu accettato dalla comunità medica solo nel 1941 dopo la pubblicazione dei lavori di Bailey e Moersch.

⁴⁷ L'idea dell'esistenza di molteplici rappresentazioni del corpo è stata ripresa recentemente a proposito di pazienti colpiti da deficit di riconoscimento del proprio corpo, come nel caso dell' "auto-topo-agnosia". Questo deficit è spesso associato ad altri, come l'afasia, l'aprassia, i disordini della presa manuale e la negligenza spaziale. Si tratta di un deficit specifico della funzione di riconoscimento del corpo. Certi pazienti non sanno indicare verbalmente una parte del proprio corpo, ma la spostano, ad esempio, se l'esaminatore la tacco. Gli stessi soggetti hanno difficoltà a indicare le parti di un oggetto esterno al loro scopo. Il deficit è legato allo schema corporeo, e cioè al venire meno della sua funzione principale di designare gli elementi di un tutto. I soggetti in esame hanno infatti una discreta difficoltà a stabilire un'immagine del corpo discreta.

⁴⁸ Nello specifico quattro sono i tipi di processi che ci permettono di rappresentare il nostro corpo. Il primo tratterebbe le informazioni semantiche e lessicali relative alla parti del corpo; il secondo le rappresentazioni specifiche visuo-spaziali del corpo e degli oggetti posti nell'ambiente esterno, e cioè la posizione delle parti le une rispetto alle altre e i loro confini; il terzo realizzerebbe un sistema di riferimento corporeo a partire da uno schema corporeo; infine il quarto processo sarebbe costituito dai movimenti stessi che sono organizzatori della percezione del corpo.

tanto più velocemente quanto più la postura sembra naturale. La risoluzione di questo compito implica cioè un riferimento costante allo schema corporeo. Le aree cerebrali attivate sono la zona anterodorsale, la corteccia parietale superiore, soprattutto a sinistra, all'estremità del solco parietale anteriore, e la corteccia motoria. Mesulam (1981) ha sostenuto che l'area 25, l'insula, la corteccia cingolata, la corteccia prefrontale e l'area 5 costituiscono un insieme di strutture che contribuiscono allo schema corporeo. Parsons (1994) ha anche proposto che l'insula sia implicata nella rappresentazione del proprio corpo e che esista una cooperazione tra la corteccia parietale superiore e l'insula anteriore per realizzare ciò che si potrebbe chiamare "una cinematica mentale del corpo".

La comprensione dei meccanismi vestibolari, di postura, equilibrio, emozioni e movimento hanno un ruolo decisivo nell'elaborazione integrata ad opera dello schema corporeo. Lo schema corporeo è, infatti, per eccellenza un costrutto mentale che sfiora tanto la fenomenologia del soggetto quanto la sua ecologia di struttura e a tale costrutto dinamico fa capo il sistema apticosomatico, motorio e vestibolare dell'individuo. D'altronde è proprio questa situazione sperimentale di limbo concettuale che ha condotto notevoli studiosi ad elaborare a riguardo una miriade di teorie e concetti che sono, almeno in parte, sovrapponibili: "corpo percepito", "corpo rappresentato", "corpo situato", "corpo vissuto", "percezione corporea", "confini corporei", "immagine corporea", "idea di corpo" e "schema corporeo". Guaraldi commentando l'attuale situazione della ricerca, in merito afferma:

Per descrivere l'esperienza corporea è stata coniata una moltitudine di espressioni [...]. Frequentemente poi una singola espressione è stata utilizzata attribuendole più significati. Tutto ciò, se da un lato ha portato alla scoperta di sempre nuovi aspetti della corporeità, ha però condotto ad ambiguità e ad incertezze interpretative solo in parte superabili, considerando termini e definizioni nell'ambito delle teorie a cui fanno riferimento (*ibidem*, pp. 52-53).

Di segno analogo sono le considerazioni proposte da Shaun Gallagher (1995):

Negli studi psicologici i concetti e i termini "immagine corporea" e "schema corporeo" vengono spesso confusi e ciò genera sia una confusione metodologica e

concettuale, sia numerose inconsistenze nei risultati sperimentali [...]. La confusione può essere fatta risalire all'inizio storico della discussione psicologica e persiste nella letteratura più recente (p. 12).

Prendendo in considerazione i due passi sopracitati, si può ritenere che, ad esempio, la confusione dell'ultimo decennio, abbia spinto i ricercatori della materia, ad una maggiore sistematizzazione della teoria. Il risultato di questo passaggio è stata l'inclusione di tutte le rappresentazioni percettivo e affettivo-cognitive del corpo umano all'interno di due concetti fondamentali (Gallagher, 2005): lo schema corporeo o "*body schema*" a cui fanno riferimento tutte le rappresentazioni di tipo motorio e percettivo; e l'immagine corporea o "*body image*", a cui fanno riferimento tutte le rappresentazioni di tipo affettivo-cognitivo. Alcuni autori hanno criticato l'uso di concetti così ampi, perché includerebbero esperienze molto differenti tra loro. Secondo Bruni (1995) i due concetti sono difficili da definire esattamente perché al loro interno riassumerebbero l'antitesi cartesiana tra "*res cogitans*" e "*res extensa*", cioè tra il dato "corpo" come entità organica e il termine "schema-immagine" come espressione di una funzione mentale⁴⁹. Tuttavia tutti gli studiosi del settore, riconoscono la necessità di utilizzare dei riferimenti convenzionalmente comuni per permettere uno scambio tra discipline differenti (Cash e Pruzinsky, 2002; Paillard, 1991; Gallagher e Cole, 1995).

In questo senso l'utilizzo dei concetti di immagine corporea e schema corporeo, vista la loro irriducibilità confermata anche dagli studi meno recenti, può essere una base di riferimento da cui partire per la ricerca in questo settore. La disamina di questi due costrutti mentali ci consentirà di

⁴⁹ In ambito psicologico, il concetto di "schema" è stato descritto per la prima volta da Bartlett (1932) ma la sua applicazione all'ambito dell'apprendimento motorio è dovuta a Pew (1974), Schmidt (1975) e a Tyrvey (1977). Lo schema può essere descritto come una regola generale che rappresenta tutte le relazioni tra le diverse variabili oggettuali del movimento. La più rilevante diversità con le teorie precedenti e la teoria dello schema è che quest'ultima permette di rispondere ad almeno due problemi rimasti irrisolti: quella dell'immagazzinamento e quella della novità. Lo schema sarebbe formato da un insieme di principi che fungono da istruzioni per la produzione di una popolazione prototipica di movimenti. Secondo Schmidt (1975), la teoria dello schema si baserebbe su quattro tipi di informazioni motorie che il soggetto immagazzina durante l'esecuzione del movimento: i parametri specifici; il risultato; le conseguenze sensoriali e le condizioni di partenza. Quando il movimento è completo, secondo la teoria, vengono registrate le varie informazioni relative ai quattro punti specifici.

tracciare un parallelismo tra la fenomenologia del soggetto, l'importanza della corporeità nella definizione dell'identità, e la visione ecologica e sensomotoria della costituzione di un bodily self primariamente incarnato e integrato in una rappresentazione dinamica del corpo in movimento (Legrand, 2002, 2007). È, quindi, la nozione di corpo a fare da ago della bilancia fra dimensione fenomenica (o qualitativa) e dimensione cognitiva (o intenzionale) del mentale. Da un lato, in quanto svolge un ruolo essenzialmente cinestetico, il corpo è schema corporeo con compiti funzionali e costitutivi. Forse è corretto utilizzare il termine “organizzazioni silenziose” di Scheerer (1954) poiché identifica meglio la funzionalità degli schemi corporei come elementi di un campo percettivo più generale che equivale all'intero sistema dell'organismo nel suo ambiente (Merleau-Ponty; Maturana, Varela, 1987). Attraverso la strutturazione dello schema corporeo l'organismo umano con la sua sola presenza nel mondo fisico è in grado di individuarvi un “punto di vista” e un “campo di possibilità”, cioè una direzionalità a partire dalla quale stabilisce una valorizzazione spontanea di quegli stessi rapporti che il corpo, attraverso la sua struttura spazialmente situata, è in grado di intrattenere con l'ambiente esplorato.

2.2.2 Gli schemi corporei

Molte delle funzioni, ad esempio, che Neisser e Gibson attribuiscono al sé ecologico sono simili a quelle che il neurologo inglese Henry Head (1920) rimandava, decenni orsono, ad una serie ipotetica di “schemi corporei” localizzati in qualche parte del cervello. Al contrario dei due psicologi americani, tuttavia, Head non ha mai elaborato una teoria vera e propria del sé consapevole, ma ha attribuito molte funzioni percettive e d'azione a schemi posturali e topografici.

Utilizzando delle analogie adeguate all'epoca, Head affermava, ad esempio, che uno schema corporeo si comporta esattamente come il tassametro di un taxi: non funziona per inferenza (consocia o inconscia) ma in maniera automatica converte le miglia, in dollari e centesimi. Questa è una metafora alquanto precisa per descrivere l'attività interna

dell'organismo: lo schema corporeo, cioè, altro non è che una rappresentazione dinamica di mantenimento della coerenza sistemica del sé. E lo è innanzitutto perché contribuisce alla percezione sia delle posture statiche sia dei movimenti dinamici del corpo e delle sue singole parti nello spazio. Analogamente, trasforma o traduce automaticamente la stimolazione fisica nella percezione della posizione delle parti del corpo, oppure nella localizzazione degli stimoli sulla superficie corporea.

La definizione di schema corporeo normalmente accettata in letteratura è, dunque, quella riconducibile agli studi che Henry Head condusse, in parte, insieme a Nicholas Holmes (1911). Seguendo la trattazione degli studi dei due neurologici inglesi, lo schema corporeo è, sostanzialmente, la rappresentazione corporea ottenuta dalla comparazione ed integrazione a livello corticale delle passate esperienze sensoriali (posturali, vestibolari, tattili, visive, cinestesiche) con le sensazioni attuali. Si intende, dunque, la rappresentazione delle caratteristiche spaziali del proprio corpo che l'individuo ricava a partire dalle informazioni provenienti dagli organi di senso. Il risultato è un modello di riferimento plastico, del tutto inconsapevole, che permette di muoversi senza problemi nello spazio e di riconoscere in tutte le situazioni le parti del proprio corpo in relazione all'ambiente esterno. Rifacendoci alla spiegazione, relativamente, più recente data da Berlucchi e Aglioti (1997), una rappresentazione corporea di questo tipo includerebbe, quindi, non solo «l'insieme delle sensazioni somatiche, ma anche delle sensazioni visive, uditive, nonché delle componenti della memoria e della sfera emotiva e motivazionale che il soggetto traspone nell'immagine di sé» (p.12). Lo schema corporeo non si costituisce, quindi, ex novo dopo la nascita (dato che il neonato si dimostra già capace di imitare movimenti oro-facciali e anche manuali di un adulto) ed attesta, in ultimo, l'esistenza di una capacità innata di rilevare, implicitamente, una certa corrispondenza fra i "particolari" dell'anatomia corporea di un individuo e quelli della propria (Meltzoff, Moore, 1995). Ad esempio, secondo Neisser (1993) il bambino impara a riconoscere un arto come suo vedendolo in movimento e ricevendo, in contemporanea, i segnali percettivi e propriocettivi generati in quell'arto dal movimento medesimo.

L'informazione propriocettiva proveniente da fonti cinestesiche, visive e somatiche, così come dalle funzioni vestibolari e dell'equilibrio, contribuisce, dunque, a strutturare lo schema corporeo.

Un esempio di tale codifica dinamica dei confini multisensoriali del corpo riguarda, nello specifico, l'estensione dello schema corporeo a seguito dell'utilizzo di utensili o strumenti. Un aspetto importante di questi dati è inerente all'evoluzione dell'uso degli strumenti da parte dei primati. Iriki e altri collaboratori (1996) hanno mostrato che le proprietà di risposta dei neuroni multimodali della corteccia parietale della scimmia, sensibili alle stimolazioni tattili e alle stimolazioni visive nello spazio peri-mano, modificavano in maniera significativa le loro proprietà di risposta a seguito dell'uso finalizzato di un utensile. Durante l'uso di uno strumento da parte del macaco avvengono dei cambiamenti in specifiche reti neurali del suo cervello. Scoperta, questa, che suggerisce, secondo Maravita e Iriki (2004; Maravita et al., 2001, 2002), che lo strumento è temporaneamente integrato entro lo schema corporeo dell'animale. Di fatto è come se il modello della mano (e dello spazio ad essa circostante) fosse esteso fino alla punta dell'attrezzo, poiché il cervello costruisce un'immagine interiorizzata dello strumento assimilandola all'immagine del corpo già esistente. La flessibilità dello schema corporeo sembrerebbe, cioè, dipendere dalle proprietà delle mappe corporee codificate nel lobo parietale. In altri termini, la risposta visiva multimodale, che prima dell'addestramento era limitata allo spazio immediatamente adiacente la mano, dopo l'uso finalizzato dell'utensile si estendeva ad inglobare completamente lo strumento utilizzato. Questi esperimenti, secondo gli autori, porrebbero in evidenza come la plasticità dello schema corporeo possa essere strettamente connessa all'azione e funzionale ad essa.

Seguendo l'esamina della problematica data da Shaun Gallagher (2005) è proprio a partire dalla funzionalità di schemi corporei innati che sarebbe, quindi, possibile parlare di una forma pre-riflessiva di coscienza di sé. Pertanto, da un punto di vista fenomenologico, non soltanto la coscienza è essenzialmente "incorporata", ma essa è caratterizzata anche da una forma primitiva di autoreferenzialità dipendente dal senso di possesso e

dall'agentività, forme di esperienza di cui, per l'appunto, la ricerca empirica sta tentando di individuare i correlati neurali specifici. Tuttavia, l'origine degli studi sullo schema corporeo è da addebitare all'ambito della ricerca neurologica. Il concetto di schema corporeo nasce, infatti, all'interno della neurologia per spiegare alcuni disturbi singolari e di difficile comprensione. Alla fine dell'ottocento, infatti, alcuni autori propongono che a partire dalle varie sensazioni cenestesiche, o di altro genere si costituisce lo schema unitario del nostro corpo: schema che può essere alterato in particolari condizioni patologiche come l'arto fantasma o la somatoagnosia. Questo vissuto del proprio corpo riceverà nomi diversi, a seconda delle diverse concezioni che rimangono fondamentalmente neurologiche. Il riferimento alla neurologia, d'altronde, è notevolmente importante per due motivi basilari: da una parte è interessante sottolineare il tentativo dei neurologi di individuare quale delle sensazioni percettive (tattile, visiva o cenestesica) sia maggiormente implicata nella costruzione di questa gestalt; dall'altra, è possibile notare come i tentativi di spiegare queste patologie siano tutti falliti, dando ragione a Charcot, che da tempo sosteneva che un disturbo come la somatoagnosia non era spiegabile solo in termini di lesioni cerebrali, ma che rimandava a problematiche di natura psicologica. È proprio per tale ragione che sul primo punto si consolidarono due schieramenti: uno che sottolineava l'importanza delle sensazioni cenestesiche e propriocettive, l'altro invece delle funzioni visive. Nel primo caso si arriva, così, alla formulazione complessiva di schema corporeo, nel secondo a quella più dettagliata di "immagine corporea" che include in sé il concetto di flusso ottico in movimento. In tal senso il concetto di "immagine corporea" rimanda un'immagine spaziale del corpo intesa principalmente come la percezione interna del corpo ricavata in base alle informazioni fornite dai sensi.

Più articolata e dettagliata è la spiegazione offerta da Henry Head. Il noto neurologo inglese, infatti, studiò il problema in relazione alla localizzazione degli stimoli esterni. Secondo Head (1926) esiste un modello di corpo, di tipo chiaramente funzionale, che deriva sia dalle informazioni di tipo sensoriale sia da quelle posturali e spaziali. Questo modello che Head,

come abbiamo visto, chiama schema corporeo viene elaborato a livello pre-cosciente ed è il punto di riferimento con cui sono confrontate le nuove percezioni e sensazioni prima di arrivare alla coscienza. Lo schema corporeo, dunque, non è considerato dall'autore come una struttura stabile ed è proprio questo, d'altronde, il punto di forza di una configurazione corporea di questo tipo. Lo schema corporeo viene sottoposto ad un continuo rimaneggiamento che permette di percepire ogni nuova sensazione nel suo rapporto con la posizione e la postura del corpo. Il significato di tale concetto è rimasto invariato per circa cinquant'anni. Per esempio Merleau-Ponty (1965), descrivendo lo schema corporeo fa riferimento alle idee espresse da Head e sostiene:

Con schema corporeo si intendeva un riassunto della nostra esperienza corporea, atto a fornire un significato all'*eterocettività* e alla *propriocettività* del momento. Esso doveva darmi il mutamento di posizione delle parti del mio corpo per ogni movimento di una di esse, la posizione dello stimolo locale nell'insieme del corpo, il bilancio dei movimenti compiuti in ogni momento da un gesto complesso e infine una perpetua traduzione in linguaggio visivo delle impressioni cinestetiche e articolari del movimento (*ivi*, p. 151).

Dall'analisi di questi primi dati emerge come dietro la definizione di schema corporeo si nasconda una struttura molto complessa, risultato del processo di localizzazione spaziale compiuta dal sistema nervoso. Gli input sensoriali di diversa origine non sono infatti integrati ad un unico e solo livello ma vengono processati più volte in diverse aree cerebrali. Lo schema corporeo si formerebbe principalmente nelle aree primarie e secondarie di proiezione della corteccia sensoriale, in particolare a livello dei lobi parietali (Maravita, 2003)⁵⁰. Secondo Paillard (1990) si possono individuare alcuni punti critici che possono chiarire meglio l'organizzazione interna su cui fa leva lo schema corporeo. Seguendo l'analisi dell'autore è possibile fare riferimento a tre ordini di fatti sperimentali necessari a identificare il termine in causa. Innanzitutto, l'analisi delle funzioni visive ha permesso di individuare

⁵⁰ Tuttavia pur riconoscendo ai lobi parietali un'importanza prioritaria nella costruzione dello schema corporeo, ci sono altre componenti dello schema che vengono elaborate in regioni anatomiche differenti: a livello dei lobi parietali, del talmo e del sistema reticolare mesencefalico.

l'esistenza di un duplice sistema di trattamento delle informazioni sensoriali (Humphrey e Weiskrantz, 1967; Perenin, Vighetto, 1988; Jeannerod, Decety et. al. 1995). Il primo è implicato nella definizione delle qualità sensoriali delle figure o degli oggetti e comprende le vie di distribuzione retino-genicolo-striate ed interessa principalmente la visione centrale foveale e iuxtafoveale. Il secondo, implicato nella localizzazione degli oggetti nello spazio orientato, è formato dal sistema di proiezione retino-collicolare ed interessa essenzialmente la retina periferica. Gli studi relativi alle funzioni di localizzazione hanno, così, evidenziato due differenti strutture di riferimento spaziale relative al corpo. La prima, che ha il compito di stabilizzare il corpo rispetto all'influenza delle forze gravitazionali riferendo la posizione dei diversi segmenti del corpo in rapporto alla posizione della testa. La seconda è, invece, una vera e propria carta dello spazio fisico mantenuta invariante rispetto ai movimenti dell'animale. Le ricerche sullo sviluppo delle coordinazioni visuo-motorie hanno sottolineato il ruolo fondamentale della motricità attiva degli organismi nell'organizzare le invarianti relazionali e le coordinate referenziali dello spazio (Held e Hein, 1963; Hein e Jeannerod, 1983; Jeannerod, 2006). La motricità attiva di uno schema incorporato permette di costruire i referenti spaziali e di estrarre le invarianti relazionali indispensabili per la coerenza e l'efficacia delle coordinazioni sensomotorie. È interessante notare come questi dati siano molto vicini alle intuizioni espresse da Merleau-Ponty (1965). Secondo il filosofo francese, infatti, il corpo è il principale strumento esperienziale dell'uomo, in grado di introdurre ordine e significato nelle nostre interazioni con gli oggetti. Nella sua opera, pietra miliare della filosofia contemporanea, "Fenomenologia della Percezione", il filosofo francese afferma che «il corpo e la sua capacità di compiere movimenti finalizzati sovrappone allo spazio fisico uno spazio potenziale o umano» (p.111). In questo senso lo schema corporeo può essere considerato come un settore di spazio fortemente organizzato e capace, soprattutto, di strutturare l'esperienza stabilizzando e ancorando le percezioni a sé. Proprio per questa sua complessità articolata e ancorata all'ambiente, lo schema corporeo può includere, almeno, due sub-strutture differenti. La prima è definita "corpo

referente”, e riguarda uno schema posturale del corpo costituito, essenzialmente, da materiali afferenti propriocettivi (vestibolari, reticolari, muscolari) che si riferiscono alla posizione delle varie parti del corpo in rapporto alla posizione della testa. La seconda è, invece, il cosiddetto “corpo riferito”: uno schema dello spazio fisico mantenuto invariante rispetto ai movimenti dell’animale ed ottenuto mediante l’esperienza attiva del soggetto nel suo ambiente (motricità attiva) (Gallagher, 2005). Recenti dati neuropsicologici suggeriscono, infatti, come la nozione di schema corporeo debba essere distinta dalla consapevolezza percettiva e concettuale del corpo come oggetto, consapevolezza sulla quale poggia l’edificazione dell’ “immagine corporea”, ovvero «l’insieme di credenze, pensieri, percezioni ed emozioni che si rivolgono al corpo in modo *riflessivo*» (Gallagher, 2009, p. 18).

Ci troviamo ora di fronte ad una distinzione cruciale per la nozione di coscienza fenomenica e corporea. La consapevolezza percettiva e concettuale del corpo come oggetto, poggia infatti sull’edificazione dell’ immagine corporea (*body image*), ovvero l’insieme di credenze e percezioni che si rivolgono al corpo in modo riflessivo⁵¹. La prospettiva qui delineata è dunque particolarmente rilevante per la nozione di coscienza fenomenica, una nozione molto dibattuta in filosofia della mente e nelle scienze cognitive e che riceve una caratterizzazione del tutto peculiare in ambito fenomenologico. In contrasto con le teorie che si propongono di

⁵¹ Un contributo fondamentale alla comprensione della relazione fra corpo e coscienza è offerto dalle ricerche di Antonio Damasio (Damasio 1999), il quale ha cercato di individuare i processi neurobiologici che stanno alla base dell’emergenza dell’esperienza cosciente. Si tratta di un’indagine rilevante per il tema della coscienza di sé poichè, secondo l’autore, non è possibile per qualcuno essere cosciente di qualcosa senza essere immediatamente consapevole del fatto che egli stesso è il soggetto di questa esperienza. Pertanto, Damasio sembra suggerire che tutte le nostre percezioni ed azioni siano accompagnate da un immediato senso di possesso, siano cioè esperite da una prospettiva di prima persona. Inoltre la ricerca dell’autore è centrale per la nozione di coscienza di sé preriflessiva anche perché poggia sull’idea di una coscienza di sé primitiva e corporea. Infatti, la forma più basilare di coscienza definita dal neurobiologo, la *coscienza nucleare*, deriva dalla costante rappresentazione degli stati e delle modificazioni corporee a livello neurale, rappresentazione che dipende dalla presenza di un sistema nervoso ed interessa gli esseri umani al pari di altri animali. Benché l’autore definisca altre forme di coscienza (come la *coscienza estesa* dipendente dal *sé autobiografico*), la *coscienza nucleare* compare prima dal punto di vista sia filogenetico sia ontogenetico e mentre le alterazioni delle forme più alte di coscienza non modificano il livello primario, i disturbi della *coscienza nucleare* rendono impossibile lo sviluppo della *coscienza estesa*.

ridurre la prospettiva di prima persona ad una specifica funzione cognitiva – siano queste versioni del primo ordine (Dretske, 1993, 1995; Tye, 1995, 1998, 2002) o le numerose varianti delle *higher-order theories* (Lycan, 1996; Carruthers, 2000) - l'analisi fenomenologica non soltanto sostiene l'irriducibilità dell'esperienza soggettiva, ma sottolinea anche il carattere normativo della coscienza, poiché quest'ultima, lungi dall'essere definibile unicamente nei termini epifenomenici dei *qualia*, si configura essenzialmente come esperienza pragmatica di realtà.

2.2.3 L'immagine corporea

La distinzione fra “immagine corporea” e “schema corporeo” è, infatti, supportata dall'individuazione in campo neuropsicologico di una doppia dissociazione che la riguarda. È possibile infatti che le funzioni del *body schema* e della *body image* vengano danneggiate selettivamente, dando luogo a specifici disturbi di coscienza. Nei gravissimi casi di deafferentazione conosciuti, ad essere compromessa è la funzionalità dello schema corporeo, poiché i pazienti in questi casi sono quasi completamente privi dell'esperienza tattile e propriocettiva e devono affidarsi ad un'immagine corporea estremamente articolata. I casi di negligenza spaziale unilaterale, invece, sempre secondo Gallagher, costituirebbero una radicale alterazione dell'immagine corporea che lascerebbe, però, perfettamente inalterate le operazioni del *body schema*⁵². «Datemi le immagini in generale - dice Bergson - il mio corpo finirà necessariamente col definirsi in mezzo a queste come una cosa distinta, poiché le immagini mutano *continuamente* e il corpo rimane *invariabile*»⁵³. La concezione dell'immagine che Bergson propone qui, è lungi dall'essere distante dagli esempi appena riportati. La

⁵² La distinzione tra immagine corporea e schema corporeo in letteratura, tuttavia, non è sempre abbastanza chiara, poiché parliamo di due costrutti mentali che hanno avuto una varietà complessa di trattazioni in campi di ricerca apparentemente distanti tra loro, come la psicologia, le neuroscienze, la neuropsicologia o la filosofia. Se alcuni autori, come i già citati Berlucchi e Aglioti, tendono a far collassare la funzionalità dell'immagine corporea su quella dello schema corporeo, molti altri (su tutti Gallagher) tendono a mantenere una distinzione per lo meno concettuale tra i due termini, se non altro, per motivi che potremmo azzardare a chiamare di “ottica-fenomenologica”, ma anche per questioni di natura prettamente sperimentale.

⁵³ cf. *Materia e Memoria*, trad. it. p.67, cit. in Sartre (1962) p. 46, corsivo mio.

distinzione concettuale, infatti, tra i due termini in gioco, sembrerebbe essere, soprattutto, pesata dalla teoria dell'informazione ottica proposta da Gibson. Ora ciò che si intende per immagine corporea, appare chiaramente come percezione, vale a dire una immagine attuale legata alle varie afferenze sensoriali.

Una buona integrazione del concetto di schema corporeo avviene grazie alla teorizzazione di Paul Schilder (1935), autore della prima opera interamente dedicata alla *body image*, dal titolo "The Image and the Appearance of the Human Body". Schilder può essere considerato il punto di partenza delle successive riflessioni e elaborazioni del concetto di immagine corporea. La sua è, infatti, un'elaborazione che godrà di un successo enorme perché propone una visione più globale ed interdisciplinare, cercando di superare la scissione soma-psiche. Per immagine corporea l'autore intende un ulteriore livello di integrazione dello schema corporeo con il contesto emotivo-cognitivo del soggetto. Schilder ritiene che l'immagine corporea si costituisce, infatti, non solo sulla base delle sensazioni percettivo-motorie dell'individuo (cenestesiche e tattili), ma soprattutto mediante l'integrazione di queste sensazioni con i vissuti emotivi del singolo soggetto⁵⁴. Consapevole dei limiti di una rappresentazione del corpo ridotta esclusivamente a stimoli di tipo motorio e percettivo, Schilder affianca al concetto di schema corporeo una seconda rappresentazione frutto dell'esperienza soggettiva del corpo, cosicché l'immagine corporea viene descritta dall'autore, quasi, come il quadro mentale che incornicia il nostro corpo, cioè il modo in cui il soggetto sperimenta e considera il proprio corpo. La principale motivazione che spinge molti autori ad includere nelle funzionalità anatomiche della schema corporea, anche un'immagine corporea di sé trasparente, riguarda, infatti, la sistematizzazione psicologica dello

⁵⁴ Questo ci porta a ribadire quanto importante sia l'integrazione del concetto di schema corporeo proposto da Head e Holmes con la totalità delle rappresentazioni corporee presenti nell'individuo. Infatti come abbiamo precedentemente descritto, lo schema corporeo altro non è che uno schema percettivo complesso legato al processo di localizzazione spaziale compiuto dal sistema nervoso. Tuttavia sono stati necessari più di vent'anni dalla formulazione del concetto di schema corporeo per arrivare ad analizzare anche le componenti soggettivo-cognitivo-affettive delle rappresentazioni corporee.

stesso concetto e l'uso che a livello personale ne detrae l'individuo⁵⁵. Schilder ha, di certo, il merito di aver motivato e fornito una buona e valida distinzione tra l'immagine corporea, intesa come esperienza soggettiva, e lo schema corporeo da identificare come struttura di riferimento dei dati sensoriali sostenuta da un dispositivo anatomico-funzionale. Tuttavia non è nei piani dell'autore chiarire a livello teorico il passaggio e, di conseguenza, l'avvenuto incontro tra una causalità di tipo psicologico con una di tipo fisiologico. Così Schilder si impegna a descrivere il concetto di immagine corporea:

Il quadro mentale che ci facciamo del nostro corpo, vale a dire il modo in cui il corpo appare a noi stessi. Noi riceviamo delle sensazioni, vediamo parti della superficie del nostro corpo, abbiamo impressioni tattili, termiche, dolorose, sensazioni indicanti le deformazioni del muscolo provenienti dalla muscolatura e dalle guaine muscolari, sensazioni provenienti dalle innervazioni muscolari [...] e sensazioni di origine viscerale. Ma al di là di tutto questo vi è l'esperienza immediata dell'esistenza di una unità corporea che, se è vero che viene percepita, è dall'altra parte qualcosa di più di una percezione (*ivi*, p. 12).

Nell'immagine corporea il corpo assume, dunque, un duplice ruolo: è oggetto di rappresentazione e contemporaneamente soggetto che rappresenta. Se lo schema corporeo può essere considerato come un modello del proprio corpo di tipo percettivo e motorio, l'immagine corporea, quindi, risponde in maniera più sottile e complessa, ad un modello di tipo cognitivo-emozionale. Ad essa possono, quindi, essere ricondotti, tutti gli elementi di tipo affettivo-cognitivo legati all'immagine del proprio corpo.

Un esempio convincente di un possibile parallelo tra la teoria dell'immagine corporea e la teoria del sé pre-riflessivo è ravvisabile nel modo in cui Uric Neisser (1988) mette in relazione il sé ecologico con il sé interpersonale. Neisser osserva che il contatto personale e affettivo può far passare inosservati i sé ecologici di coloro che partecipano a questo contatto. Questa idea richiama fortemente una delle ipotesi di Seymour

⁵⁵ In questo senso, spesso, l'analisi dell'immagine corporea non risponde a misure di esame esclusivamente neurologiche, ma quasi sempre corrispondenti ad analisi di ordine psicologico. Ad essere chiamate in causa per un'adeguata articolazione del concetto sono, infatti, la situazione emotiva ed esistenziale, i ricordi passati, il piano delle motivazioni personali e dei propositi d'azione del soggetto. Essendo, dunque, legata agli stati emotivi ed affettivi del soggetto, l'immagine corporea non è una struttura fissa ed immutabile ma si sviluppa e si modifica costantemente nel corso della vita.

Fisher (1986), a proposito dell'immagine corporea e cioè che tale immagine funzioni all'interno della personalità già come una frontiera interpersonale fra il sé e l'ambiente. Viene cioè in mente la nozione psichiatrica che l'immagine corporea di una persona può in certe occasioni espandersi fino ad incorporare l'immagine corporea di un altro, o molto più semplicemente un'immagine distorta di sé, come nel caso di alcuni fenomeni clinici osservati nel disturbo schizofrenico⁵⁶. La distinzione tra *body image* e *body schema* riguarda, infatti, notevolmente l'area della psichiatria fenomenologica (Angyal, 1936; Bermudez, 1998; Cutting, 1985, 1997; Sass, Parnas, 2003). Psichiatri esistenzialisti come Binswanger (1963), ad esempio, considerano aspetti fondamentali della schizofrenia lo "svuotamento della realtà" e l' "io diviso". Un aspetto cruciale delle modificazioni patologiche nelle fasi prodromiche del disturbo schizofrenico consiste, infatti, in una trasformazione della funzione dell'ipseità, che conduce ad una dissociazione tra l'esperienza ed il suo aspetto di "appartenenza a se stessi" (*mineness*). Si tratta di reazioni e anomalie percettive che riguardano, per l'appunto, alterazioni di coscienza e che quindi pur inserendosi nello spettro dei disturbi schizofrenici è importante qui ricordare che non possono essere in ultima analisi considerati come esclusive manifestazioni cliniche della sindrome schizofrenica⁵⁷. Questa è una chiave di lettura in cui è possibile leggere l'alterazione dell'esperienza del sé e la fenomenologia presente nel disturbo schizofrenico.

⁵⁶ Questi fenomeni comprendono la perplessità, la spersonalizzazione e lo stato oniroide (Cutting, 1985). Nelle prime fasi di un episodio gli schizofrenici sono spesso più consapevoli, a livello soggettivo, del mondo che li circonda e delle attività del loro corpo e della loro mente. Questo disturbo della coscienza sembra dovuto a un aumento specifico di consapevolezza. Si ha ragione di credere che l'emisfero sinistro sia maggiormente consapevole dall'attività svolta da quello destro. L'emisfero sinistro sarebbe, però, inconsapevole dell'origine di tale processol.

⁵⁷ Queste anomalie percettive si possono manifestare con lamentele di depersonalizzazione e derealizzazione, la cui componente cardinale consiste in una sicura, caratteristica "mancanza di presenza". I pazienti dicono che la loro percezione non è accompagnata dal sentimento di stare percependo ("percepisco ma non sento di percepire"). È come se la percezione fosse qualcosa di deprivato del tacito, normale sentimento della soggettività, alienante il paziente del carattere proprio dei vissuti. Lo stesso fenomeno pervade l'esperienza dell'azione e le relazioni interpersonali. Questo a sua volta può condurre a (o, in alcuni casi, è causato da) una tendenza all'iperriflessività. Il paziente di solito si sente tagliato fuori dagli altri, mai realmente presente e coinvolto. In genere, è accompagnato da sentimenti di quasi ineffabile ma profonda alienazione di sé. Certi stati avolizionali e di diminuzione del sentimento di padronanza dell'azione (*sense of agency*) sono strettamente legati a questi fenomeni.

Le esperienze anomale dell'unità del sé e della proprietà del sé che si riscontrano nel disturbo schizofrenico possono, infatti, essere viste come conseguenza della privazione di quel tacito sentimento della soggettività che normalmente è inseparabile dall'esperienza stessa. Infatti, nonostante le componenti percettive, emozionali e concettuali dell'immagine corporea non siano sempre presenti a livello cosciente è comunque vero che essa include, all'interno di un insieme articolato di atteggiamenti, emozioni e credenze, l'esperienza personale e soggettiva del "percepito" dal soggetto. Esistono situazioni in cui il soggetto perde, alterato dalla propria patologia, quella capacità di immediatezza ed ovvietà che in condizioni normali consente di vivere naturalmente il senso di unitarietà della propria identità e il senso di appartenenza delle proprie rappresentazioni mentali. Molte esperienze psicopatologiche svelano la complessa problematicità della perdita di capacità e facoltà che appartengono in modo quasi naturale ed implicito all'uomo: l'esperienza schizofrenica, in modo particolare, racchiude la drammatica modificazione di alcune delle condizioni base dell'immediatezza stessa del sé.

2.3 Uno schizzo clinico: cambiamenti nell'esperienza corporea

Secondo Shaun Gallagher (2004; 2009) ciò che principalmente caratterizza l'immagine corporea è il suo statuto di intenzionalità. Secondo l'autore in effetti a mancare di intenzionalità è soprattutto lo schema corporeo: questa rappresentazione, infatti, sebbene abbia una forte influenza nell'esperienza cosciente, può essere considerata come un sistema di riferimento sub-personale sviluppato inconsapevolmente attraverso l'esperienza somatomotoria dell'individuo. Secondo l'autore, in effetti, due sono, quindi, i livelli epistemologici che riguarderebbero questi due costrutti mentali. Il primo è il livello di *impersonalità*. Nell'immagine corporea il corpo viene sempre sperimentato come il proprio corpo, cioè il corpo che appartiene al soggetto. In contrasto, lo schema corporeo viene elaborato in maniera impersonale. Questa differenza coinvolgerebbe anche la capacità di controllo. Se il soggetto decide di sollevare una mano deve spostare la

propria attenzione su quell'azione: il controllo sul movimento viene effettuato grazie ad un'esperienza percettiva della propria mano che è legata all'immagine corporea. Tuttavia, anche durante questa esperienza cosciente vengono effettuati automaticamente, facendo riferimento allo schema corporeo, una serie di movimenti posturali che servono per mantenere l'equilibrio. Questi movimenti, che avvengono inconsapevolmente, non sono direttamente controllabili dal soggetto. Il secondo livello riguarda il *coinvolgimento corporeo*. Se l'immagine corporea viene sperimentata dal soggetto sempre in relazione ad un particolare aspetto o parte del corpo, lo schema corporeo funziona sempre in modo olistico e integrato. Per esempio, un leggero cambiamento della postura implica sempre un aggiustamento globale che coinvolge un grande numero di muscoli. Infatti, i diversi stimoli propriocettivi provenienti dalle diverse zone del corpo non funzionano in maniera isolata ma si sommano tra loro nel modulare il controllo posturale dell'azione. L'unità sincronica e la continuità diacronica dei contenuti mentali sono possibili soltanto nel momento in cui questi contenuti fanno parte del mio campo di presenza a sé (*self-presence*) che stabilisce anche il confine tra me e non-me. I disturbi dello spettro fenomenologico della schizofrenia mettono bene in evidenza la coscienza del sensorio e cioè l'importanza di una integrazione riflessiva nella formazione identitaria del soggetto. Quella dell'esperienza di sé ne rappresenta un'altra complementare perché si rivolge alla formazione intersoggettiva dell'intenzionalità, col sé ed il mondo intesi come poli costituiti dell'elementare asse esistenziale.

Le alterazioni dell'"appartenenza a se stessi" (*I-ness*) dei vissuti sono senza dubbio l'aspetto centrale dell'esperienza schizofrenica e ne rappresentano una categoria che, fenomenologicamente parlando, si collega a tutti i disturbi dello spettro percettivo del soggetto schizofrenico. Uno degli aspetti cruciali delle modificazioni patologiche nelle fasi prodromiche consiste, ad esempio, in una trasformazione della funzione dell'ipseità, che conduce ad una dissociazione tra l'esperienza ed il suo aspetto di

“appartenenza a se stessi” (*mineness*)⁵⁸. I vissuti di estraneità che accompagnano l’alterazione dell’esperienza della propria esistenza e la conseguente perdita del sentimento di meità nei confronti di ciò che appartiene alla propria esperienza rimandano al processo che Sass identifica come tendenza “iperriflessiva” della coscienza (1992; 1994; 1999). Ciò che Sass descrive è un certo modo di funzionamento della coscienza che conduce ad una perdita di automatismo e di immediatezza dell’esperienza pre-riflessiva del soggetto: fenomeni che normalmente sarebbero inclusi a far parte del sé, vengono invece presi come oggetti di una consapevolezza focale e oggettivizzante⁵⁹.

Un aspetto cruciale della iperriflessività è la crescente spazializzazione dell’esperienza. Di norma, i nostri “oggetti mentali” interni (immanenti) di introspezione (vale a dire pensieri, memorie, fantasie e ad un grado minore affetti) sono vissuti, in termini fenomenologici, come “trasparenti”: non hanno qualità spaziali, cioè non sono in alcun modo sostanziali o simili a sostanze né possiedono una spazialità localizzabile. A differenza di quello che è il modo della datità degli oggetti percettivi, una esperienza immanente non è data in prospettiva (come quando posso soltanto ispezionare una parte della casa, ad esempio un lato in un dato momento). L’esperienza immanente ci è data in un modo non-spaziale, privo di prospettiva (che non equivale a dire che l’esperienza si manifesta in un modo totale, esaustivo e oltrepassa se stessa verso altri contenuti). Nella fase prodromica, le esperienze immanenti diventano, viceversa, sempre più “opache” e spazializzate, come se possedessero una qualità cosale, simile a

⁵⁸ Un’altra conseguenza della diminuita ipseità è una serie di fenomeni di transitivismo. La linea di demarcazione mio/non mio è di norma sempre costituito insieme all’esperienza stessa, è semplicemente un aspetto dell’esperienza. Questo confine mio/non mio diviene frastagliato (*turns fuzzy*) con la diminuzione dell’ipseità: il paziente avverte sentimenti di essere vulnerabile, “aperto”, non protetto; essere facilmente colpito dagli umori e dagli altri stati mentali delle altre persone; negli stadi più avanzati si può sentire intrudere e fondere nell’altro (ad esempio sentimenti di confusione dell’identità negli scambi interpersonali, perdita della discriminazione tra chi parla e chi ascolta, del confine tra l’interiorità propria e quella altrui).

⁵⁹ Nell’idea di Sass la condizione schizofrenica è contrassegnata da un profondo dualismo che si concretizza, da un lato nella perdita dell’intenzionalità e dell’integrazione dei livelli più strutturati del Sé, dall’altro lato, in un sentimento di onnipotenza che può accompagnare i vissuti del paziente: può sembrare che la propria coscienza sia sospesa al centro di controllo dell’universo e tutto il resto sia disposto intorno a circondare questa divinità solipsistica costituente.

quella degli oggetti fisici⁶⁰. Alla base di questa scissione Sass (1994) pone una tendenza iper-riflessiva, una condizione paradossale di cui il soggetto schizofrenico rimane prigioniero: «se la razionalità può essere definita come riflessività, potremmo anche sostenere che queste forme di incongruenza siano in realtà il prodotto di una specie di iper-razionalità; in un certo senso, forme di irrazionalità generate dalla razionalità stessa» (p.56)⁶¹. In definitiva, molti degli aspetti apparentemente irrazionali della schizofrenia costituiscono, secondo il modello proposto da Sass, non tanto l'espressione di una contraddizione profonda del paziente, quanto l'espressione di una condizione paradossale, che si rende evidente in un eccesso di riflessione che conduce, da un lato ad un'oggettivazione della mente come macchina per guardare e dall'altro ad una soggettivazione del mondo come prodotto dell'attività costituita della propria mente, in grado di influenzare la realtà esterna. In altre parole, nella dimensione schizofrenica, né l'ipseità né il mondo sarebbero dati immediatamente come matrice tacitamente presente. Di conseguenza, verrebbero a mancare le precondizioni elementari dell'esperienza, pre-condizioni in cui normalmente l'esperienza ha luogo e viene compresa. Questa diminuzione nella funzione dell'ipseità porterebbe

⁶⁰ Un paziente può lamentarsi che i suoi pensieri sono "incapsulati" o "densi" o che può essere capace di localizzarli (ad esempio: «Li sento principalmente nella mia fronte»). In genere, l'uso eccessivo di metafore spaziali nella descrizione dell'esperienza interna è altamente suggestivo di questo genere morboso di iperriflessività. Nella valutazione diagnostica di casi apparentemente somatoformi, si dovrebbe essere attenti alla possibile iperriflessività e spazializzazione dell'esperienza, se il paziente descrive i suoi processi fisiologici utilizzando un vocabolario spaziale, simile agli oggetti.

⁶¹ Il modello dell'iper-riflessività elaborato da Sass si colloca all'interno di una prospettiva di ricerca riconducibile al "razionalismo morboso" di cui scriveva Eugène Minkowski circa mezzo secolo fa. A differenza dei modelli che ipotizzano la presenza di deficit cognitivi alla base della condizione schizofrenica (il modello descritto da Frith costituisce un esempio e al tempo stesso un limite di questo approccio), l'iper-autocoscienza cerca, all'opposto, di esplorare le contraddizioni più profonde della mente schizofrenica che si trova divisa tra l'iper-razionalità e l'irrazionalità delle sue posizioni. Nell'insieme di coloro che non si sono fermati alla tradizionale ed esclusiva concezione di una mancanza di consapevolezza alla base dei vissuti schizofrenici e che si sono spinti oltre le teorie del deficit cognitivo, il modello di Sass costituisce quindi un'interessante prospettiva da tenere in considerazione. In conclusione, parafrasando Gallagher, nonostante l'apparente distanza che separa la teoria dell'autocontrollo di Frith dal meccanismo dell'iper-riflessività di Sass, si potrebbe anche avanzare l'ipotesi che queste due visioni possano trovare nella complessa fenomenologia schizofrenica un punto di unione. L'alterazione nel processo di controllo del pensiero schizofrenico potrebbe, infatti, essere letta alternativamente nei termini di un'alterazione nel meccanismo del controllo della propria attività mentale o nei termini di tendenza iper-riflessiva che conduce il soggetto a sentire ciò che genera come alieno.

ad una dissociazione tra l'esperienza vissuta e il suo (normalmente imprescindibile) aspetto riflessivo di appartenenza al soggetto.

Secondo Gallagher (2004, 2009), ad esempio, ciò che verrebbe a mancare nell'esperienza schizofrenica è il senso di agentività dell'azione (*sense of agency*) a differenza del senso di appartenenza (*sense of ownership*) che risulterebbe, invece, essere preservato. Nelle azioni volontarie ed intenzionali, il senso di essere l'agente promotore di un'azione ed il senso di appartenenza nei confronti dell'azione stessa di norma coincidono. Quando afferro un oggetto sono consapevole di stare realizzando una mia azione. In questo caso, colui al quale appartiene l'azione e l'autore che la realizza sono indistinguibili. Nel caso di azioni involontarie, invece, è possibile distinguere tra senso di *agentività* e senso di appartenenza, in quanto posso essere consapevole che il mio corpo si è mosso sulla base di un movimento inaspettato, come può accadere nel caso di una spinta improvvisa (e quindi posso riconoscerlo come mio movimento) ma, nel caso di azioni involontarie, non ho il senso di essere stato l'agente attivo promotore di questa azione. L'agente promotore è colui che mi ha spinto.

Nell'ambito di una tradizione di ricerca che tenta di promuovere un legame sempre più stretto tra impostazione cognitiva e neuroscienze, Christopher Frith (1984; 1992) ha elaborato un particolare modello di studio dei sintomi schizofrenici che ipotizza alla base del disturbo non solo il coinvolgimento di specifiche strutture cerebrali, ma anche l'esistenza di particolari deficit cognitivi. Lo scopo di Frith, infatti, è descrivere le anomalie che colpiscono i processi cognitivi sottesi ai sintomi schizofrenici nella convinzione che l'unico modo per spiegare i sintomi sia spiegare i processi cognitivi sottostanti i sintomi che sono alla base della malattia schizofrenica⁶².

⁶² Il modello del neuropsicologo inglese deriva dalla trasposizione in ambito cognitivo di un modello di controllo nato nell'ambito degli studi sulla motricità e centrato su una particolare forma di autocontrollo nota come "scarica corollario" (*corollary discharge*) o "copia efferente". Per illustrare questo modello Frith ricorre alle nozioni di sistema di controllo a *feedback* e sistema di controllo a *feedforward*: due processi essenziali nell'ambito del controllo motorio per l'esecuzione del movimento. I sistemi sensoriali utilizzano, infatti, le informazioni provenienti dagli organi di senso per correggere gli errori del movimento proprio attraverso meccanismi di controllo a *feedback* e a *feedforward*. Ad esempio nell'atto di afferrare un oggetto può accadere che il movimento iniziale del braccio

Nel modello elaborato da Frith il senso di agentività sarebbe garantito dalla corretta elaborazione della copia efferente e dal centro comparatore, mentre il senso di appartenenza sarebbe garantito dal *feedback* sensoriale, ovvero dall'informazione sensoriale riafferente. In pratica, la distinzione tra comparatore anticipatorio (*feedforward*) e comparatore sensoriale di ritorno (*feedback*) coincide con la distinzione tra *sense of agency* e *sense of ownership*. È quindi la perdita del senso di agentività che Frith rileva nei soggetti schizofrenici, a causa di un'alterazione nel sistema di autocontrollo regolato dal meccanismo del *feedforward*⁶³. Frith postula un modello simile a quello illustrato nel caso del controllo motorio per i processi di pensiero. Il pensiero ed il linguaggio, in pratica, vengono pensati come "azioni": quando articoliamo consapevolmente un pensiero avvertiamo, infatti, un senso di sforzo, una scelta deliberata (così come accade quando compiamo un'azione) che ci accompagna mentre ci spostiamo da un pensiero a quello successivo. Se il pensiero non fosse consapevole di questo senso di sforzo, che riflette il controllo centrale e che coincide con il senso di appartenenza a sé dei propri pensieri, il soggetto potrebbe sperimentare un vissuto di estraneità o di alienità nei confronti dei propri pensieri e la mancata consapevolezza di essere l'agente promotore dei propri pensieri porterebbe

non sia nella giusta direzione; in questo caso è possibile correggere il movimento con un meccanismo a *feedback*. Spesso però il movimento viene controllato in modo più efficace fornendo le informazioni in anticipo, attraverso quello che viene definito come controllo anticipatorio o a *feedforward*.

⁶³ Esaminando in modo specifico il meccanismo del controllo, secondo Frith, quando un'istruzione motoria è inviata dal centro alla periferia per dar luogo ad un movimento corporeo, contemporaneamente viene creata una copia efferente della stessa istruzione, la quale viene inviata ad un centro comparatore che svolge una funzione di monitoraggio centrale. Il centro comparatore confronta l'informazione propriocettiva e l'informazione visiva riafferente successiva all'azione con la copia efferente, determinando lo sviluppo del senso di appartenenza dell'atto in corso nei confronti di colui che lo promuove. Il comparatore, però, interviene anche in una fase precedente, che opera prima della reale esecuzione del movimento, quindi prima del *feedback* sensoriale, fornendo la consapevolezza dell'intenzione di agire. In altre parole, il controllo anticipatorio basato sul *feedforward* funziona come auto monitoraggio di ciò che si sta per fare, consentendo al soggetto il controllo e la modulazione dell'azione stessa. È da questo sistema che dipendono, secondo Frith, il senso di proprietà e la capacità del soggetto di riconoscersi come agente esecutore delle proprie azioni (*sense of agency*). Se qualcosa non dovesse funzionare a questo livello (quindi il monitor centrale comparatore non dovesse ricevere copia efferente delle istruzioni motorie) il soggetto si troverebbe immerso in un'azione senza avere gli elementi per riconoscere questa azione come propria. Questo sistema di controllo anticipatorio sarebbe ciò che risulta compromesso nei soggetti schizofrenici, dove un'alterazione nel *feedforward* impedisce lo sviluppo della consapevolezza di essere agente di una data azione, dando luogo a spiegazioni deliranti sostitutive.

il soggetto ad attribuirli erroneamente ad una fonte esterna⁶⁴. Il mancato riconoscimento dei propri pensieri e la relativa attribuzione delirante ad una fonte esterna sono legati secondo Frith alla mancata elaborazione delle informazioni relative alla consapevolezza dell'intenzione di agire da parte del sistema di controllo a feedforward. Ciò impedirebbe al soggetto l'elaborazione del senso di proprietà nei confronti dei propri pensieri, così come lo impedisce nell'ambito delle azioni. Il soggetto schizofrenico che vive un delirio di controllo ha perso, quindi, la paternità nei confronti di quei pensieri e di quelle azioni che attribuisce ad una fonte esterna, ha perso la consapevolezza di avere generato alcuni pensieri: è come se si imbattesse nella propria mente in un pensiero trovandosi svincolato dalla sensazione di esserne l'agente promotore⁶⁵.

Nonostante l'apparente distanza che separa la teoria dell'autocontrollo di Frith dal meccanismo dell'iper-riflessività di Sass, si potrebbe anche avanzare l'ipotesi che queste due visioni possano trovare nella complessa fenomenologia schizofrenica un punto di unione. L'alterazione nel processo di controllo del pensiero schizofrenico potrebbe, infatti, essere letta alternativamente nei termini di un'alterazione nel meccanismo del controllo

⁶⁴ Questo è quello che accade secondo Frith quando i soggetti schizofrenici raccontano che pensieri che non gli appartengono sono inseriti nella loro mente: sintomi come deliri di controllo, inserzione del pensiero e allucinazioni uditive dipenderebbero quindi da un difetto nella capacità di controllo dell'attività mentale.

⁶⁵ Alcuni aspetti del modello elaborato dal neuropsicologo inglese per spiegare determinati sintomi positivi tipici del disturbo schizofrenico sono stati sottoposti a critica. La nozione di "intenzione di pensare", che Frith pone alla base del controllo anticipatorio svolto dal comparatore centrale, rappresenta sicuramente il problema principale. Nell'ambito dei pensieri e delle esperienze che giungono al flusso di coscienza, che funzione ha l'intenzione di pensare? È difficile immaginare un'intenzione di pensare prima del pensiero stesso, a meno che l'intenzione di pensare non venga concepita come una preparazione consapevole di un atto che verrà; come accade nel caso in cui io decido di sedermi ed inizio a pensare a questo atto prima di realizzarlo. Nella maggioranza dei casi, però, non avviene prima l'intenzione e poi il pensiero, ma il pensiero accompagnato da una consapevolezza dell'intenzione di pensare. Nel modello di Frith, invece, l'intenzione di pensare è posta prima del pensiero stesso e rappresenterebbe un processo necessario per sviluppare il senso di agentività nei confronti della propria attività mentale. La copia efferente (e quindi l'intenzione di pensare che rappresenta) non è accessibile alla coscienza, nel senso che la copia efferente è parte di un processo "subpersonale" non cosciente. In altre parole, ciò che Frith identifica con intenzione di pensare rientra in un processo inconscio che dà al soggetto la consapevolezza di essere agente promotore delle proprie azioni e dei propri pensieri (*sense of agency*). L'alterazione di questo processo spiegherebbe l'origine di alcuni tra i principali sintomi positivi associati alla schizofrenia (come i deliri di controllo e le inserzioni del pensiero).

della propria attività mentale o nei termini di tendenza iper-riflessiva che conduce il soggetto a sentire ciò che genera come alieno⁶⁶. L'esperienza del proprio corpo come un oggetto nello spazio dotato di proprietà geometriche, attiene in modo particolare al sé ecologico e pre-riflessivo. Il corpo è l'origine di un flusso d'informazione che contiene proprietà sia variabili che invarianti. Da questo flusso "schematico" emerge un elemento fondamentale per la conoscenza del sé incastrata al corpo. Questa esperienza pre-concettuale rappresenta il dominio su cui si struttura quella forma più esplicita di relazione cosciente tra sé e mondo in cui è possibile distinguere tra soggetto e oggetto e tra soggetto dell'esperienza in quanto oggetto nel mondo e altri oggetti del mondo. Concentrando la nostra attenzione su recenti esperimenti di autoriconoscimento, proponiamo l'ipotesi che l'esperienza delle azioni, che dipende in buona parte dall'elaborazione di informazioni efferenti, possa funzionare da elemento unificante che struttura una rappresentazione coerente del sé corporeo, come distinto da altri agenti. Per i nostri scopi, intendiamo per "sé corporeo" (*bodily self*) (Legrand, 2007a) il senso minimo di avere un corpo e le azioni originate da quest'ultimo (Gallagher, 2000; Zahavi, 2000). Questo sé minimale è un'entità fisica che esiste in un mondo fisico e ha effetti fisici attraverso la sua fisicità (Marcel, 2003). In quanto tale, il sé minimale è prevalentemente un sé che agisce a livello pre-riflessivo e in maniera *embodied*.

2.4 Chi è l'agente? Spiegazioni a partire dagli esperimenti di autoriconoscimento

Una corretta demarcazione dei confini del corpo fisico sembra essere essenziale per l'esecuzione di azioni finalizzate a un obiettivo, per il senso

⁶⁶ In una visione evolucionistica, potremmo ritenere che, nel corso dell'ominazione, dopo un lunghissimo progresso nella percezione, nella rappresentazione e nel dominio della realtà ambientale, l'immediata aderenza alla realtà stessa sia andata calando per dar luogo a quelle capacità d'astrazione e di simbolizzazione, che hanno permesso la comparsa del linguaggio e del pensiero astratto. Noi oggi pensiamo per simboli verbali (magari soltanto acronimi) e continuamente astraiano dalla realtà palpabile. Tali capacità potrebbero appunto esser state rese possibili da un allentamento dell'immediata, totale aderenza alla realtà ambientale.

di identità e per avere un'interazione di successo con gli altri agenti. Percepriamo, vediamo e muoviamo costantemente il nostro corpo senza nutrire dubbi sul fatto che ci appartiene, anche se notevoli possono essere gli episodi patologici in cui al venire meno dell'esperienza corporea viene a mancare anche il senso di integrazione identitaria del soggetto: il senso di possesso e di agentività del corpo in azione.

Il senso di appartenenza del corpo e il senso di agentività possono essere alla base di un modello minimale del sé come distinto da altri agenti. I più recenti studi neuroscientifici sull'autoconsapevolezza si sono concentrati sulle modalità di confronto del sé con le rappresentazioni degli altri, sulla capacità di rappresentare e attribuire stati mentali e di figurarsi il mondo adottando un particolare punto di vista. Le neuroscienze cognitive tendono, infatti, a enfatizzare le proprietà condivise dal sé e dagli altri nelle varie dimensioni, come ad esempio le proprietà condivise di azioni, corpi e rappresentazioni percettive, tanto da considerare l'esperienza e la rappresentazione del corpo di ciascuno come il fondamento della distinzione tra il sé e gli altri agenti (Prinz 1990; Jeannerod, 1990; Tsakiris e Haggard, 2005b). Prove convergenti suggeriscono che il senso di agentività sia condotto da segnali "efferenti", mentre all'origine i contenuti del possesso del corpo sarebbero prevalentemente di tipo "afferente". I segnali privati riguardano rappresentazioni di azioni generate in maniera centrale come le intenzioni, i *segnali efferenti* (copia di efferenza, comandi motori), e i segnali ri-afferenti, come ad esempio la propriocezione. I segnali pubblici nascono da eventi sensoriali osservabili, sia ri-afferenti sia ex-afferenti, come i segnali visivi e uditivi che possono riguardare corpi, oggetti o modelli complessi di comportamento motorio (Knoblich e Flach, 2001; Van den Bos e Jeannerod, 2002; Jeannerod, Pacherie, 2004).

Ma come vengono usati questi segnali per disambiguare l'identità dei corpi e l'origine delle nostre azioni? A livello esperienziale, infatti, il corpo impone un punto di vista sul mondo. Il solo fatto di essere in grado di agire con i nostri corpi e di percepirli è sufficiente a distinguere il rapporto che noi abbiamo con i nostri corpi e con i restanti oggetti (Bermudez, Eilan, Marcel, 1995). Elementi costitutivi del corpo vissuto sono sia gli "effettori",

che materializzano le azioni progettate, sia gli organi sensoriali, che forniscono le esperienze percettive del mondo. Quasi tutte le attività umane implicano movimenti volontari ed esperienze sensoriali. Sia l'azione sia la percezione sono possibili grazie a segnali motori centrali e segnali sensoriali periferici, che sono sempre presenti. Come agenti noi agiamo sul mondo con il nostro corpo, e al tempo stesso sperimentiamo noi stessi, e il mondo, attraverso di esso. È mediante determinati segnali motori, trasmessi in movimenti motori volontari, che comunichiamo al mondo le nostre intenzioni, ed è attraverso l'interpretazione di segnali sensoriali che comprendiamo l'ambiente a noi circostante. Il corpo è un "arco intenzionale" (Merleau-Ponty, 1945), un canale di comunicazione significativa tra il sé e il mondo. Lo studio dei segnali fisiologici impiegati per costruire il sé corporeo, ed eventualmente distinguerlo da altri corpi, attesta l'importanza di rappresentazioni sensomotorie alla base di una coscienza pre-riflessiva di sé. Cercare di stabilire e comprendere questa intima relazione tra il corpo e il sé significa innanzitutto comprendere le proprietà funzionali del sé corporeo. Questo modello vede la strutturazione di un *bodily self* incarnato e costituisce un prerequisito fondamentale per lo sviluppo di abilità cognitive superiori, come l'adozione di prospettiva e la comprensione dell'azione.

2.4.2 Segnali motori e sensoriali

Per dare forma alle rappresentazioni del proprio corpo vengono impiegati due tipi principali di segnali fisiologici: i segnali motori generati a livello centrale (o efferenti) e quelli sensoriali periferici (o afferenti) (Vogely et al., 2004; Haggard, 2005; Schutz-Bosbach et al., 2006).

I segnali efferenti sono segnali generati a livello centrale e controllano tutti i movimenti volontari. Un concetto chiave nella letteratura sul controllo motorio del sé, è quello di "copia di efferenza", descritto per la prima volta da Helmholtz (1995) come "sforzo della volontà". In realtà questa idea nasce come risposta alla questione sollevata dallo studioso in merito alla nostra esperienza visiva del mondo. Quando muoviamo gli occhi,

l'immagine retinica di un oggetto percepito si sposta. Parimenti se teniamo gli occhi fermi ma percepiamo un oggetto in movimento, ancora una volta l'immagine retinica dell'oggetto viene spostata. La questione cruciale è come il sistema nervoso centrale distingua tra una sensazione dovuta all'attività dell'organismo stesso e il movimento dovuto ad attività esterna. Inizialmente Helmholtz suggerì l'idea che ogni qual volta muoviamo gli occhi, lo “sforzo di volontà”, ossia lo sforzo volontario di produrre movimento oculare, fornisce informazioni predittive cruciali sull'esito sensoriale del movimento. L'idea di Helmholtz è stata ulteriormente sviluppata per diventare il concetto di copia di efferenza. Ogni qual volta che un comando motorio viene rilasciato dalla corteccia motoria, ne viene generata in parallelo una copia (Tskiris, Haggard, 2005b).

Queste informazioni che sono impiegate per la composizione percettiva e unitaria del soggetto, aiutano ad identificare la sorgente del movimento: ossia il sé contro l'altro da sé. L'ipotesi che durante i movimenti oculari volontari, le aree motorie e visive del cervello, impieghino una copia di efferenza, per predire il risultato sensoriale del comando motorio discendente, e pertanto anticipare la stimolazione autogenerata, ossia il feedback sensoriale dello stesso movimento.

Più di recente l'idea di copia di efferenza è stata ampliata per includere il funzionamento del sistema motorio, e non soltanto di quello oculomotorio (Wolpert, Flanagan, 2001). Quindi, si pensa che una copia di efferenza venga generata ogni qual volta venga rilasciato un comando motorio, precedente un movimento autogenerato. Questa copia di efferenza verrebbe pertanto impiegata dai modelli predittivi interni del sistema motorio per generare accurate predizioni sulle proprie azioni. I segnali afferenti sono segnali periferici sensoriali che possono rappresentare o l'effetto di stimolazione autogenerata (ri-afferente) oppure di stimolazione generata esternamente (ex-afferente).

Complessivamente i segnali periferici afferenti supportano un'autoconsapevolezza di tipo ecologico nel senso che forniscono informazioni sul corpo e sul mondo nel quale esso è situato, poiché le informazioni sul corpo di un dato soggetto non possono mai essere percepite

come isolate dall'ambiente. Seguendo Gibson (1979) ad esempio, possiamo riprendere dicendo che ogni atto di percezione contiene sia informazioni propriospecifiche sul sé (ossia ri-afferenti) che informazioni eterospecifiche sull'ambiente distale (ossia ex-afferente): «L'ego-recezione accompagna l'esterocezione, come l'altra faccia di una moneta (...) si percepisce l'ambiente e ci si co-percepisce» (p. 98).

È stata, inoltre, avanzata l'ipotesi che l'afferenza, e soprattutto la propiocezione, ci fornisca il contenuto fenomenico della nostra autoconsapevolezza corporea, nonché le informazioni propriocettive concernano il sé in maniera non ambigua (Bermúdez, 1998, 2003). C'è da dire, però, che il significato dei segnali afferenti per la percezione e per il comportamento è ambiguo, proprio perché i segnali afferenti possono essere generati o dal sé o dall'esterno. Tuttavia recenti teorie sul controllo motorio hanno mostrato come l'interazione tra la copia di efferenza e l'influsso sensoriale possa ridurre questa ambiguità. Nel caso di un'azione autogenerata, le intenzioni e le informazioni efferenti possono predire i conseguenti segnali multisensoriali prodotti dal proprio movimento. Questa predizione si ritiene abbia luogo nei modelli interni del sistema motorio (Wolpert, Flanagan, 2001). Eludendo i casi patologici, infatti, normalmente non sperimentiamo le componenti efferenti e afferenti in modo separato.

I segnali efferenti e quelli afferenti possono supportare funzioni differenti e dare vita a forme distinte di consapevolezza corporea. È proprio alla luce di tale differenza fisiologica sperimentale che i più recenti approcci neuroscientifici sul *bodily self* (Bermúdez, Marcel, 1995; Zahavi, 2000; Kircher, David, 2003) hanno ripreso a distinguere due aspetti fondamentali dell'autoconsapevolezza corporea che sarebbero alla base del riconoscimento e del movimento del sé cosciente: il “senso di agentività” e il “senso di possesso” (Georgieff, Jeannerod, 1998; Roessler, Eilan, 2003; Legrand, 2007b). Il senso di agentività (*agency*) è il senso preriflessivo immediato che io sono l'iniziatore o sorgente dell'azione; e in quanto tale ho piena facoltà di causare così come di controllare il mio movimento. Il senso di “appartenenza” o possesso è il senso preriflessivo che il corpo in azione e che si sta muovendo sia effettivamente riconosciuto come il

proprio. L'agenzia si comprende in quanto dipende dalla coscienza dell'agente di essere agente; e cioè dalla possibilità che qualcuno che provochi intenzionalmente un evento riconosca di esserne l'artefice di uno specifico movimento piuttosto che di averlo subito passivamente (come nel caso di un movimento repentino che sposta il nostro corpo dall'esterno).

Il tipo di conoscenza consapevole che l'agenzia comporta, dunque, non deve necessariamente essere di ordine elevato; può semplicemente trattarsi di una conoscenza preriﬂessiva ed è questo quello che in molti casi di fatto succede. Un modo efficace per cogliere a pieno il concetto di agenzia è quello di distinguerlo dal senso di "proprietà del movimento" (Gallagher, Zahavi, 2011). È possibile, ad esempio, esperire me stesso che si muove e contemporaneamente avere il senso di essere titolari (possessori) di tale movimento, senza che vi sia nessun tipo di senso di agenzialità: «se qualcuno muove il mio braccio, o se il dottore batte sul mio ginocchio, quello che si muove è chiaramente il mio corpo, anche se *dovrò riconoscere che non sono io l'autore di tale movimento*» (p. 243). A tale riguardo, può essere d'aiuto, fare riferimento a certi casi patologici, come la "sindrome della mano anarchica" per districare certi aspetti dell'agenzia che nei casi non patologici, appaiono per l'appunto meno chiaramente. Nella sindrome della mano anarchica, i pazienti si accorgono che una delle loro mani può compiere movimenti complessi, evidentemente diretti a uno scopo, che essi non sono più capaci di controllare. Il paziente è cinestesicamente consapevole dei movimenti della propria mano, e anche se la mano è sentita ugualmente come sua, i movimenti che compie, però, sono esplicitamente sconosciuti e imputati ad altro da sé⁶⁷. Inoltre, anche nei sintomi schizofrenici dei deliri di controllo e di inserimento del pensiero, il senso di proprietà in qualche modo è contenuto ma manca il senso di agenzia. La psicopatologia qualitativa ha descritto questi casi con accuratezza e profondità evidenziando fenomeni quali il ricorrere di analisi "ossessivomorfe" dell'esperienza interiore, fino ai cosiddetti fenomeni di

⁶⁷ L'aprassia è una tipica dissociazione automatica-volontaria. Si manifesta nell'utilizzo di oggetti in sequenza ai fini di azioni complesse e intenzionate, ma anche nell'utilizzo di un singolo oggetto. Riguarda particolari lesioni dell'emisfero parietale e del lobo frontale.

iper-riflessività (Sass, 1999; Parnas, Sass, 2003); in questo caso diviene tematica ed oggetto di analisi non il contenuto dell'esperienza ma i meccanismi costitutivi dell'esperienza stessa⁶⁸. Complessivamente si tratta di una morbosa accentuazione del carattere di cosità e di perdita progressiva della qualità effettive dell'ambiente. Il corpo (o una sua parte) viene, così, destituito del carattere di strumento di azione al proprio servizio e il mondo esterno desaminato e percepito nella macchinosità della sua nuda concretezza. Le distinzioni tra senso di agenzia e senso di proprietà possono coinvolgere tanto l'esperienza fenomenica di basso livello, quanto livelli di coscienza attribuzionale di secondo ordine. Relativamente a quest'ultima osservazione, per esempio, Stephens e Graham (2000) hanno elaborato una spiegazione dell'alienazione introspettiva nei sintomi schizofrenici che considera due tipologie diverse di attribuzione:

- 1) Attribuzioni di soggettività (proprietà): il soggetto si rende riflessivamente conto ed è incapace di dire che si sta muovendo. Per esempio può dire “questo è il mio corpo che si muove”.
- 2) Attribuzioni di agenzia: il soggetto si rende riflessivamente conto ed è capace di riferire che è l'autore della sua azione. Per esempio può dire “sono io a iniziare questa azione”.

Secondo l'approccio degli autori, infatti, l'esperienza fenomenica è sempre di livello base ed è causa di interpretazioni di second'ordine adeguatamente ordinate; mentre, invece, quella schizofrenica è tale a causa di un'errata interpretazione di second'ordine⁶⁹. Le esperienze di livello base di proprietà

⁶⁸ Tutti questi fenomeni si caratterizzano spesso per un alone di solipsismo, vale a dire uno stile di sentire e di pensare per cui il mondo esterno e la trama dei rapporti sociali dipendono, per la loro esistenza, dalla funzione costitutiva della coscienza. Possono comparire fenomeni di depersonalizzazione che coinvolgono il corpo, la demarcazione del sé ed il flusso di coscienza: nel primo caso si verificano sentimenti di distanza tra corpo e soggettività, sensazioni di cambio della morfologia del corpo e di perdita di fluidità dell'azione che diviene macchinosa e spezzettata; nel secondo, l'incapacità a discriminare il sé dal non sé con un crescendo di sentimenti di minacciosa invasività dell'ambiente; nel terzo la progressiva distanza tra il sé ed i suoi contenuti, con spazializzazione dell'esperienza interiore

⁶⁹ Graham e Stephens avanzano l'ipotesi che il senso di agenzia possa essere di fatto generato da un livello di attribuzione concettuale. Si tratta di una spiegazione di tipo “top-

sono, dunque, incarnate, non concettuali e strettamente legate alla struttura temporale della coscienza. Parliamo di azioni e movimenti che dipendono, infatti, dal funzionamento del sistema motorio e dai segnali percettivi efferenti ed afferenti che specificano qualcosa circa la posizione attuale del corpo e il suo movimento. L'obiettivo ultimo di questi sistemi integrati è, infatti, quello di fornire un'anticipazione di controllo sul movimento e quindi del senso di essere un soggetto di agenzia⁷⁰. Sembra, inoltre, ragionevole dire che le attribuzioni di ordine superiore, concettualmente informate, di proprietà e agenzia, possono fortemente dipendere dall'esperienza del livello di base di proprietà e di agenzia.

Nell'agentività il sé viene esperito come sorgente dell'esperienza di agire, il che implica che la relazione tra il sé e l'azione non sia semplicemente causale, perché ciò implicherebbe il fatto che l'agente sia separabile dall'azione. Questa posizione implicitamente sostiene che la consapevolezza dell'azione non può essere separata dall'agentività, almeno non in circostanze normali. Il senso di agentività implica, infatti, una forte componente efferente, poiché le azioni sono generate centralmente; così come il senso di possesso del corpo implica una forte componente afferente, perché i contenuti della consapevolezza del corpo, originano soprattutto dalla pluralità di segnali periferici multisensoriali. È quindi importante chiedersi esattamente cosa cos'è che il senso di agentività aggiunga a quello di possesso, e cosa più importante, come possa l'agentività essere impiegata per esprimere la distinzione sé-altro da sé. Recenti studi hanno fornito preziose spiegazioni su come sperimentiamo e rappresentiamo i nostri corpi a partire dall'agentività, dal controllo e dal movimento dell'azione, sollevando anche importanti questioni epistemologiche e metodologiche.

down radicale" che dipende da un approccio secondo cui diamo riflessivamente un senso alle nostre azioni attraverso le nostre credenze e i nostri desideri.

⁷⁰ A tale riguardo, ad esempio, Tsakiris (2005) parla di "rappresentazioni schematiche corporee" non coscienti come di processi top-down.

2.5 Dai segnali fisiologici all'esperienza del proprio corpo

In ogni interazione esistono stati pubblici e privati nonché segnali rappresentanti nel cervello dell'agente e/o dell'osservatore. I segnali privati si riferiscono a rappresentazioni di azioni generate centralmente, come ad esempio le intenzioni, i segnali efferenti (la copia di efferenza dei comandi motori) e segnali ri-afferenti come la propriocezione. I segnali pubblici originano da eventi sensoriali osservabili, sia ri-afferenti sia ex-afferenti, come i segnali visivi e uditivi che possono riferirsi a corpi, oggetti o complessi pattern di comportamento motorio. Come vengono usati questi segnali per comprendere l'identità dei corpi e l'origine delle azioni?

La funzione predittiva del sistema motorio e la risultante anticipazione del flusso sensoriale in ingresso, sono stati ben documentati in letteratura in diversi paradigmi sperimentali (Wolpert, Flanagan, 2001). Tuttavia il collegamento tra il funzionamento dei modelli interni del sistema motorio e la consapevolezza dell'azione è ancora oggetto di discussione (Jeannerod, 2004). Una problematica cruciale in questo dibattito ha a che vedere con la questione dell'esperienza conscia dell'agentività.

Non è abbastanza chiaro quali segnali o stati variabili del sistema motorio diano luogo all'esperienza conscia dell'agentività. Sussistono prove copiose secondo le quali non saremmo consapevoli degli effettivi comandi o parametri motori delle nostre azioni. Un'inconsapevolezza che è stata dimostrata, in parte, da Fournieret e Jeannerod (1998) in una risposta all'ingegnoso esperimento di Nielsen sulla volizione (Nielsen, 1963). Ai partecipanti fu chiesto di tracciare delle linee in direzione sagittale su una lavagna digitale mediante una penna. Quando tracciavano una linea sulla lavagnetta, i soggetti potevano vedere attraverso uno specchio una linea rossa apparire sullo schermo del computer, in esatta coincidenza con i punti in cui era stata posta la penna. Quanto tracciato veniva elaborato dal computer attraverso un semplice algoritmo, che aggiungeva una distorsione direzionale lineare. Quando la distorsione veniva impostata a destra, al soggetto appariva sulla lavagnetta una linea tracciata in direzione sagittale, per farlo deviare a destra a una stessa angolatura. I partecipanti riuscirono a

correggere la distorsione introdotta, e a tracciare linee che apparivano sagittali. Quando fu loro chiesto di riportare verbalmente per ciascuna prova il movimento effettuato o di riprodurlo, apparve evidente che non erano consapevoli delle correzioni da loro apportate durante le prove sperimentali. Un'implicazione teorica di questo studio è che pare che esista una codifica a due livelli delle informazioni relative all'azione (Georgieff, Jeannerod, 1998). Il primo livello codifica i segnali sensoriali e motori impiegati per il controllo e il monitoraggio dei movimenti. Secondo Jeannerod, questi segnali non sono disponibili alla consapevolezza, e pertanto non sono impiegati per giudicare coscientemente le azioni. La codifica di secondo livello delle informazioni correlate alle azioni, rappresenta gli aspetti "pubblici" delle azioni, come i suoi effettori osservabili (Frith, 1995), laddove invece il primo livello rappresenta gli aspetti "privati" come la copia di efferenza, il comando motorio e il feedback sensoriale.

La visione pubblica delle rappresentazioni delle azioni è basata sulla teoria ideomotoria di William James (1890). L'ipotesi alla base dell'approccio ideomotorio è che le azioni siano codificate in termini di eventi percettivi risultanti dalle azioni in questione. Quindi, nella generazione delle azioni, il movimento effettivo sarebbe governato da una rappresentazione dell'obiettivo dell'azione. In maniera simile, nella percezione delle azioni, le rappresentazioni generate tentano di rilevare l'obiettivo programmato. Quindi sia le azioni proprie che quelle altrui, sono codificate in maniera comune (Prinz, 1997; Hommel e Musseler, 2001). Allo stesso modo gli eventi percepiti (le percezioni) e gli eventi da produrre (le azioni) vengono comunemente rappresentati mediante una rete integrata di strutture cognitive chiamate "codici degli eventi" (Prinz, 1997).

Per quanto riguarda la problematica dell'agentività, secondo la teoria della codifica comune, non vi sono differenze né quantitative né qualitative nella generazione ed elaborazione di queste rappresentazioni comuni che consentirebbero l'attribuzione a priori della sorgente dell'azione (ossia agentività), in tal modo consentendo una netta distinzione tra sé e altro. La rappresentazione mentale sembra seguire, quindi, l'evento fisico da essa rappresentato. In un esperimento sulla predizione delle azioni in cui i

partecipanti dovevano predire il risultato di azioni generate da loro e da altri, Knoblich e Flach (2001) riscontrarono l'esistenza di un effetto di paternità nel predire correttamente il risultato di azioni autogenerate. Alla luce di questi risultati gli autori riconoscono che l'unico problema della teoria del codice comune è che le informazioni di prima e terza persona non possono essere distinte su un livello di codifica comune. L'effetto di paternità riferito da Knoblich e Flach potrebbe essere riconducibile al fatto che il sistema motorio che aveva percepito l'azione durante il compito di predizione era lo stesso che aveva generato l'azione. Quindi il processo di corrispondenza tra prospettiva in prima persona (ossia la produzione dell'effetto) e in terza (la sua osservazione) era persino più completo e portava a predizioni più accurate.

Jeannerod e colleghi (Vignemont e Fournieret, 2004) hanno sostenuto la necessità di un sistema neurale specializzato che discrimini il sé e l'altro, fornendo in tal modo il senso di agentività. La funzione del "sistema chi" consiste nel rispondere alla domanda "chi ha effettuato l'azione?": il altre parole, "chi è l'agente?". La necessità del "sistema chi" è giustificata dal fatto che diversi tipi di rappresentazione dell'azione sono indipendenti dall'agente che li sta compiendo. È stato dimostrato che le rappresentazioni di azioni sia autogenerate sia osservate, attivano reti neurali sovrapposte (Decety e Grézes, 2001). Queste comuni attivazioni, condividono rappresentazioni di azioni che sono neutre rispetto all'agente. Secondo il modello delle "rappresentazioni condivise" è possibile rispondere alla domanda "chi l'ha fatto?" in termini computazionali solo distinguendo quelle aree non in comune attive durante le azioni del sé e dell'altro. In questo ambito persino le intenzioni sembrano essere neutre verso l'agente: «potrebbe essere o che le intenzioni siano rappresentazioni impersonali o che, nonostante la loro forma "agente, azione, obiettivo", il parametro agente possa restare non specificato» (Jeannerod, Pacherie, 2004). Né l'intenzione del soggetto agente, né la traduzione dell'intenzione in copia di efferenza e comando motorio sono sufficienti a determinare l'esperienza dell'agentività. Il modello di Jeannerod, infatti, implica che il senso di agentività nasca come meta-rappresentazione post-azione di natura

ricostruttiva, che si rende necessaria per un'efficace distinzione sé-altro. Il “sistema chi” sembra essere fortemente legato a un modello rappresentativo dell'agentività e dell'autoconsapevolezza, pertanto il problema non è più essere l'agente, quanto piuttosto sapere *chi* è l'agente. In questo senso il modello ignora tutti i processi antecedenti l'esecuzione di azioni intenzionali, per focalizzarsi invece sulla percezione dell'azione come manifestazione obiettiva di intenzioni pure e semplici. Se quello della rappresentazioni condivise è il modello di base del cervello, allora il “sistema chi” è necessario per ricostruire la rappresentazione di un sé agente.

Respingendo la possibilità di un collegamento intrinseco tra intenzione, azione di efferenza e percezione del proprio corpo, è impossibile giungere ad una spiegazione ecologica dell'agentività. Il corpo agente è percepito non solo dall'esterno (attraverso la visione), ma anche dall'interno (attraverso la propriocezione), ed è pertanto da un punto di vista epistemologico immediatamente sperimentato. Inoltre i segnali efferenti sono presenti soltanto quando un'azione è autogenerata, e quindi non possono, in linea di principio, codificare in maniere intrinseca l'origine dell'azione. Può darsi che il senso di agentività sia un correlato fenomenologico dei segni neurali o funzionali specifici per le azioni volontarie, e che questi segnali possono effettivamente costruire, anziché ricostruire, il senso conscio di agentività. Secondo questa ipotesi, infatti, l'agentività non è solo radicata negli aspetti pubblici dell'azione, ma può nascere come proprietà intrinseca dell'esecuzione delle azioni (Blakemore, Wolpert e Frith, 2002). Altrettante prove convergenti suggeriscono come il senso di agentività del soggetto dipenda dall'elaborazione di segnali efferenti antecedenti l'azione stessa, e che questi segnali intrinsecamente modulino la consapevolezza temporale delle azioni, l'elaborazione sensoriale degli eventi e l'attribuzione delle azioni.

2.5.2 L'autoriconoscimento corporeo

Un esempio pratico utile a delucidare questa tensione tra segnali privati e pubblici, tra rappresentazioni condivise e specifiche del sé, e a fornire qualche spiegazione critica della distinzione sé-altro, è l'autoriconoscimento del movimento corporeo. Recenti ricerche sull'autoriconoscimento distinguono tra due problemi correlati: quello del riconoscimento dell'azione e quello del riconoscimento del sé. Nel riconoscimento dell'azione il cervello deve distinguere tra informazioni afferenti generate dai nostri stessi movimenti, e informazioni afferenti esternamente imposte. Il riconoscimento dell'azione può implicare il funzionamento conscio di modelli predittivi interni del sistema motorio (Blakemore, Frith, 2003), mentre l'autoriconoscimento è un processo cognitivo specifico che tipicamente coinvolge l'esperienza conscia (Daprati, Franck et al., 1997). In questo contesto per autoriconoscimento si intende anche la necessità di decidere se un determinato stimolo visivo sia riconducibile al proprio corpo oppure no. Quindi, l'autoriconoscimento è possibile anche in assenza di movimento o azione, ad esempio mediante caratteristiche puramente morfologiche.

Eppure capita spesso di impiegare i movimenti volontari come mezzo di autoriconoscimento. Questo fatto suggerisce una relazione gerarchica tra riconoscimento dell'azione e autoriconoscimento: l'azione volontaria può aiutare l'autoriconoscimento se si è certi che i risultanti movimenti del corpo osservati sono stati causati dalla propria azione volontaria.

In molti studi sull'autoriconoscimento, i partecipanti vedono una parte del corpo che può appartenere a loro oppure no. Il compito consiste nel decidere se quel che vedono appartiene a loro. Le informazioni disponibili per sostenere questa valutazione vengono sistematicamente variate a seconda delle condizioni, ad esempio muovendo la mano, introducendo ritardi tra il movimento e il feedback visivo (Farrar, Franck et al., 2003), oppure ruotando l'immagine della mano (Van den Bos, Jeannerod, 2002). L'autoriconoscimento richiede l'integrazione, in una breve finestra temporale, di varie sorgenti di informazione come l'intenzione, il comando

motorio e soprattutto la percezione somatica. Soltanto pochi studi hanno esplicitamente indagato il collegamento tra movimento volontario e riconoscimento dell'azione (MacDonald, Paus, 2003), mentre il contributo specifico di segnali efferenti o autoriconoscimento non è stato adeguatamente investigato.

Daprati, Sirigu e colleghi (2000) si sono occupati dell'autoriconoscimento di gesti semplici e complessi rispettivamente in pazienti schizofrenici e parietali, con progetti sperimentali identici. Ai pazienti è stato chiesto di eseguire movimenti autogenerati semplici e complessi (estensione di una o due dita), senza diretta immagine visiva della loro mano. Essi potevano vedere riflessa su uno specchio posto di fronte a loro: *a*) la loro stessa mano, oppure *b*) la mano dello sperimentatore che eseguiva lo stesso movimento della loro mano, o ancora *c*) la mano dello sperimentatore che eseguiva un movimento diverso. Ai partecipanti è stato chiesto di giudicare se quella che vedevano era la loro mano. Risultati coerenti di entrambi gli esperimenti hanno rivelato che sia i pazienti che i soggetti di controllo adempivano al compito in maniera quasi perfetta in due situazioni: quando vedevano la loro mano e quando vedevano quella dello sperimentatore eseguire un movimento diverso. Tutto questo suggerisce che rilevare una dissonanza tra informazioni efferenti/proprioceptive e visive è un compito relativamente semplice, persino per pazienti che hanno una compromissione della consapevolezza motoria, come nel caso della schizofrenia (Zalla, Posada et. ali., 2001). Tuttavia, sia i pazienti schizofrenici che quelli con danno parietale hanno avuto prestazioni significativamente peggiori, se confrontati con i pazienti di controllo, quando vedevano la mano dello sperimentatore eseguire il loro stesso movimento. In questa condizione critica, costoro hanno dichiarato di vedere la propria mano, mentre in realtà si trattava di quella dello sperimentatore. In altri termini i pazienti tendevano ad attribuirsi erroneamente la mano dello sperimentatore. I risultati hanno mostrato significativi deficit nell'autoriconoscimento di pazienti schizofrenici e di quelli con danno parietale quando venivano posti di fronte alla mano di qualcuno altro che

eseguiva il loro stesso movimento. Di fatto i pazienti si sono attribuiti come propria la mano visualizzata.

A cosa si devono di fatto le prestazioni superiori mostrate dai soggetti normali? In altre parole quale fattore consentì loro di distinguere tra sé e altro in maniera più efficace?

Questi studi non possono fornire una risposta definitiva alla domanda se i soggetti normali abbiano integrato in una maniera più efficiente soltanto informazioni efferenti (feedback visivo e propriocettivo), o se soltanto abbiano utilizzato sottili informazioni efferenti per le loro valutazioni di autoriconoscimento. Secondo Jeannerod (2002), la conclusione che si può trarre da questa analisi è che vengano impiegate delle “indicazioni” per l’azione in caso di movimenti distintivi (ad esempio se si verifica un movimento diverso), e che vengano impiegati dei segnali afferenti (ossia visione e propriocezione) quando le indicazioni per l’azione sono ambigue (ad esempio se si verifica lo stesso movimento). In questi studi, i movimenti eseguiti dai soggetti erano sempre autogenerati e quindi, nelle varie condizioni, erano presenti sia segnali efferenti che afferenti. Inoltre il paradigma dell’illusione della “mano di gomma” (Botvinich, Cohen, 1998) suggerisce che se fossero presenti o venissero impiegate per l’autoriconoscimento soltanto le informazioni afferenti, la mano visualizzata verrebbe sempre attribuita a sé a patto che la visione e la propriocezione siano sincronizzate. In questi casi sarebbe il predominante effetto della visione ad essere il principale suggerimento per l’autoriconoscimento.

Si può pertanto ipotizzare che per una discriminazione sé-altro altamente affidabile, possa non bastare la congruenza visuo-percettiva. Il contributo specifico dell’efferenza all’autoriconoscimento può essere spiegato soltanto implementando una situazione in cui le informazioni visuo-percettive siano mantenute congruenti e costanti, mentre viene sistematicamente manipolata l’efferenza. Questa manipolazione è stata implementata in un recente esperimento di autoriconoscimento condotto da Tsakiris e Haggard (2005a) i quali hanno indagato il ruolo specifico delle informazioni efferenti per l’autoriconoscimento.

I soggetti esperivano un'estensione passiva dell'indice destro per mezzo di una leva, come effetto dello spostamento della mano sinistra (azione autogenerata), oppure imposto dalla sperimentatore (azione generata esternamente). Il feedback visivo fu manipolato in modo da far visualizzare ai soggetti la loro mano destra (condizione di "visualizzazione della propria mano"), oppure quella di qualcuno altro (condizione di "visualizzazione della mano altrui"), entrambe sottoposte allo stesso spostamento passivo dell'indice. In questo modo, in tutte le prove, i soggetti esperivano uno spostamento passivo del loro indice destro. In un gruppo questo riconoscimento passivo fu autogenerato, e in un altro venne generato esternamente. In metà delle prove i soggetti vedevano la loro mano destra, e nell'altra metà quella di qualcun altro. I partecipanti dovevano giudicare se avevano visto o meno la loro mano destra. In questo esperimento, a differenza di altri studi sull'autoriconoscimento, le informazioni efferenti erano state selettivamente manipolate affinché lo spostamento della mano destra potesse essere influenzato dal partecipante o dallo sperimentatore. Nel primo caso i partecipanti, disponevano di due tipi di informazioni sullo spostamento passivo della mano destra: informazioni efferenti provenienti dalla mano sinistra, che causavano lo spostamento della mano destra, ma anche informazioni afferenti provenienti dalla stessa mano destra. Complessivamente, le prestazioni furono significativamente migliori quando lo spostamento passivo dell'indice destro era autogenerato in entrambe le condizioni di visualizzazione (ossia visualizzando "sé" e "altro"). L'autoriconoscimento si rivelò molto più accurato quando gli stessi soggetti erano anche gli autori dell'azione, anche se le informazioni propriospecifiche e visive specificavano sempre la stessa postura, e nonostante il fatto che i partecipanti giudicassero l'effetto somatico di un'azione e non l'azione in sé. Infatti, anche quando i soggetti vedevano la loro stessa mano, erano significativamente più bravi nel riconoscerla correttamente come propria quando erano loro stessi a produrre lo spostamento passivo, rispetto a quando questo veniva generato esternamente. Da questa distinzione significativa è possibile desumere che l'efferenza può anche migliorare l'integrazione dei segnali periferici

afferenti, poiché gli stessi sia nella condizioni autogenerate sia in quelle generate esternamente. Nella condizione critica in cui vedevano la mano destra di qualcun altro e lo spostamento della loro mano destra veniva generato esternamente, i partecipanti attribuirono erroneamente la mano visualizzata a loro nel 55% delle prove. Quando lo spostamento passivo veniva autogenerato ed essi vedevano la mano di qualcun altro, l'attribuzione non corretta a sé si verificò soltanto nel 38% delle prove.

La differenza tra queste due condizioni mostra il ruolo specifico delle informazioni efferenti nell'abilità di accoppiare le informazioni propriocettive e visive di un effetto corporeo remoto. È possibile che il vantaggio efferente osservato si verifichi per due sostanziali ragioni. Primo, le informazioni efferenti potrebbero fornire un vantaggio nel monitorare il timing degli eventi sensoriali. Nel caso di un'azione autogenerata, modelli proiettivi anticipatori del sistema motorio usano le informazioni efferenti per generare una predizione sul feedback sensoriale anticipato. Secondo, l'efferenza potrebbe modulare il confronto in diretta tra visione e propriocezione, fornendo dettagliate informazioni temporali e cinematiche, e integrando questi segnali in aree parietali posteriori. L'autoriconoscimento inteso come la capacità di riconoscere correttamente un oggetto visivo o un evento come "me" o "mio", sembra dipendere, dunque, in buona parte dall'efferenza e dall'agentività. Il ruolo distintivo dell'efferenza nell'autoriconoscimento fa pensare che i segnali efferenti centrali abbiano un potere altamente predittivo, consentendo il corretto rilevamento degli appropriati segnali efferenti che pertengono al sé, e che questi possano pertanto essere impiegati per distinguere tra il sé e gli altri. È stato, inoltre, suggerito (Decety, Lamm, 2007) che un meccanismo di base che implementi questa funzione possa anche essere alla base di abilità cognitive superiori, come l'adozione di prospettiva e l'attribuzione di stati mentali, e che le aree temporo-parietali destre possano essere alla base di questa capacità. L'osservazione dell'azione di un altro agente facilita il sistema motorio dell'osservatore (Fadiga, Fogassi et al., 1997), mentre l'osservazione delle proprie azioni tende a sopprimere l'eccitazione del sistema nervoso. Il sistema motorio, cioè, può essere sensibile a

rappresentazioni di altri agenti qualitativamente differenti dal sé, fornendo così un'importante ampliamento della "corrispondenza sé-altro" del sistema specchio. La nostra tesi è che queste rappresentazioni motorie sono alla base di una forma di autoconsapevolezza pre-riflessiva necessaria a garantire l'agentività del soggetto e una sua prima forma di distinzione su base corporea da altri agenti.

2.6 Il legame tra percezione e azione: la Teoria del Codice Comune

Il sistema motorio e l'azione rappresentano un elemento fondamentale per la costruzione del senso della nostra identità. Riconoscere se stessi come agenti, come causa di un'azione, e riconoscere anche che il modo in cui agiamo è inconfondibilmente nostro, è basilare per la formazione del sé agentivo e dell'idea di identità personale (Knoblich, 2003).

Il movimento è strettamente legato alla percezione sensoriale, a tal punto che alcuni autori sostengono che tali aspetti dovrebbero essere considerati come una struttura funzionale unitaria (Lee & Young, 1986; Arbib, 1987; Warren, 1988; Kelso, Del Colle et al., 1990). Se le teorie tradizionali postulavano, infatti, una chiara distinzione tra percezione e azione⁷¹, studi recenti sembrano evidenziare che queste due attività non

⁷¹ Nei decenni successivi del XX secolo proliferarono gli studi citoarchitettonici e di microstimolazione che fornirono molte versioni diverse delle mappe corticali originariamente proposte da Brodmann, condividendo comunque il principio in base al quale funzioni psicologiche distinte devono occupare aree distinte della corteccia cerebrale. Tra questi spiccano Woolsey e Penfield che, negli anni Cinquanta, proposero una suddivisione sostanzialmente bipartita della corteccia motoria di scimmia (Woolsey, 1952) e uomo (Penfield, 1951) comprendente un'area motoria primaria, anteriormente al solco centrale, e un'area motoria supplementare, sulla superficie mesiale dell'emisfero. Entrambe le aree presentavano un'organizzazione somatotopica completa dei movimenti corporei schematizzata sotto forma di due "omuncoli". Questo schema risultava perfettamente coerente con l'idea che sensazione, percezione e azione, in quanto funzioni psicologiche distinte e gerarchicamente ordinate, dovessero occupare aree corticali diverse e segregate nelle quali il flusso di informazioni procederebbe in maniera per lo più seriale, da un "cervello che sa" ad un "cervello che fa". Gli "omuncoli" motori di Woolsey e Penfield sembravano incarnare perfettamente il versante esecutivo di questo modello. Il "cervello che sa" veniva invece identificato con le regioni associative parietali posteriori. Nella nomenclatura di Brodmann la corteccia parietale posteriore della scimmia comprende due aree distinte e separate da un solco filogeneticamente molto antico - il solco intraparietale. Medialmente ad esso si trova l'area 5, identificabile con il lobulo parietale superiore (LPS), lateralmente l'area 7, che coincide con il lobulo parietale inferiore (LPI - Brodmann, 1909). La corteccia parietale posteriore, in generale, era ritenuta un'ampia regione corticale sede d'integrazione di diverse modalità sensoriali allo scopo di fornire le basi neurali per

possono essere distinte, e che l'una influenza l'altra in un rapporto di mutua reciprocità. Una teoria influente sulla relazione tra azione e percezione è stata la teoria ideomotoria introdotta da William James (1890) e ripresa sul finire dagli anni settanta da Prinz e collaboratori (1987; 1990; 2002) attraverso la cosiddetta "Teoria del Codice Comune"⁷². Partendo dal presupposto che tanto le nostre le azioni quanto altrui vengono codificate nei termini degli eventi percettivi, l'assunto centrale della teoria è che le azioni sono rappresentate in memoria sulla base dei loro effetti, vale a dire delle loro conseguenze sensoriali. La corrispondenza tra ciascuna azione e i suoi effetti viene appresa gradualmente nel corso dello sviluppo, sulla base dell'associazione tra i cambiamenti osservati nell'ambiente e le azioni che li hanno prodotti. Queste rappresentazioni senso-motorie hanno una forte componente anticipatoria e sono utilizzate per modulare il controllo sull'esecuzione dell'azione e il comportamento imitativo. Come vedremo, infatti, nel capitolo successivo, la natura intenzionale del comportamento e il significato specifico delle azioni in cui esso si dispiega forniscono la base di quei meccanismi cognitivi sottesi all'imitazione e alla comprensione della mente altrui⁷³.

La comprensione del comportamento dipenderebbe in buona sostanza dalla conoscenza motoria che permetterebbe all'osservatore di attribuire una

processi percettivi complessi come quelli relativi a spazio e schema corporeo, considerati indipendenti dalle funzioni motorie. Questa concezione dicotomica di percezione e azione era già stata dichiarata insoddisfacente da tempo da alcuni autori quali Sperry, secondo il quale "la percezione è fondamentalmente una implicita preparazione a rispondere" (Sperry, 1952). Ma è soltanto a partire dalla metà degli anni '70, con i primi pionieristici studi di Hyvarinen (1981) e Mountcastle (1975), che inizia a delinearsi un ruolo cruciale della corteccia parietale posteriore nelle funzioni di controllo motorio.

⁷² Anche definita *Common Coding Theory* o *Theory of Event Coding* (Hommel et al. 2001)

⁷³ In pratica l'input da cui partire per eseguire l'azione imitativa è la percezione stessa del comportamento altrui. La "teoria del codice comune" trova infatti nella teoria dell'*Active Intermodal Matching* (AIM; Meltzoff e Moore, 1979, 1997) il suo più forte corrispettivo intersoggettivo e relazionale. Secondo la teoria AIM è possibile, infatti, realizzare la corrispondenza fra azioni osservate e azioni eseguite (durante l'imitazione e la comprensione intenzionale) attraverso un circuito neurale specializzato (definito di "matching" diretto) in grado di connettere in modo automatico e preriflessivo le azioni osservate con i comandi motori. L'informazione visiva derivata dall'osservazione dell'azione e l'informazione propriocettiva originata dall'esecuzione dell'azione - da parte dell'imitatore - verrebbero, così, confrontate all'interno di un comune sistema rappresentazionale sopramodale che vede la sua attivazione in un sistema di risonanza motoria e di simulazione mentale che ha la sua implementazione nei circuiti di risonanza mirror. Tale sistema, secondo la AIM, è innato e codifica le azioni in termini di "relazioni fra organi" (effettori) e di intenzioni.

valenza intenzionale alle azioni altrui, riconoscendole come parte di un dato atteggiamento intenzionale. In questa prospettiva gli stimoli che percepiamo possono essere intesi come eventi che hanno luogo nell'ambiente; allo stesso modo, le azioni che compiamo rappresentano altrettanti eventi che hanno luogo nell'ambiente. Il principio da cui muove il concetto di "schema rappresentazionale comune" propone, infatti, che alla base dell'agire vi sia sempre uno scopo, un'intenzione: l'intenzione di modificare l'ambiente che ci circonda, e di modificare gli eventi presenti in esso. In base alla teoria del codice comune, i contenuti percettivi e le intenzioni di azioni sarebbero generati all'interno dello stesso "codice rappresentazionale"⁷⁴ che vede il sistema motorio attivarsi direttamente e automaticamente nel momento stesso in cui percepiamo un'azione. Un mosaico di aree parietali (Pandya, Seltzer, 1982), ciascuna ricevente specifiche afferenze sensoriali, sarebbe, cioè, deputato ad operare trasformazioni sensori-motorie appropriate per l'intenzione di agire (Rizzolatti et al., 1997; 1998a), e necessarie, soprattutto, a garantire funzioni cognitive di ordine superiore quali la percezione dello spazio (Andersen, Buneo, 2002), la comprensione dell'azione (Gallese et al., 2002; Rizzolatti, Matelli, 2003), e la previsione delle intenzioni motorie degli altri (Fogassi et al., 2005)⁷⁵.

Sulla base della teoria del codice comune sono state formulate diverse predizioni supportate da ricerche empiriche⁷⁶. Un primo importante

⁷⁴ In contrasto con la concezione classica del cervello diviso in regioni separate, si afferma l'idea che il sistema motorio non ha un ruolo di puro esecutore passivo rispetto ad un flusso di informazioni unidirezionale della sensazione (aree sensoriali primarie) alla percezione (aree associative) fino ai processi decisionali localizzati nella corteccia prefrontale.

⁷⁵ Le rappresentazioni bipartite delle cortecce precentrale e parietale posteriore proposte da Brodmann sono state recentemente sostituite da parcellazioni più complesse e articolate che associano a ciascuna area non solo caratteristiche anatomiche e odologiche peculiari, bensì anche ruoli funzionali che vanno ben oltre il semplice controllo motorio del comportamento tradizionalmente riconosciuto come la funzione precipua ed esclusiva della corteccia agranulare frontale.

⁷⁶ In primo luogo dall'idea del codice comune deriva il principio che maggiore è la similarità tra le azioni che osserviamo e quelle comprese nel nostro repertorio di azioni possibili, più i codici comuni dovrebbero essere attivati. Questo porta a far sì che tendiamo a riconoscere con più facilità le nostre azioni rispetto a quelle altrui. Ad esempio, è stato dimostrato che riconosciamo le nostre azioni passate con più facilità rispetto alle azioni degli altri, sia per quanto riguarda la percezione visiva che uditiva; siamo in grado di predire con più facilità la traiettoria di una freccia se l'azione di lancio è stata compiuta da noi anziché da altri. O ancora, riconosciamo più facilmente il ritmo con cui noi battiamo le mani rispetto a quello altrui. Questo suggerisce, in parte, che ciascuno di noi, oltre a riconoscere il modo e lo stile con cui agisce, genera predizioni più accurate basandosi sulle

elemento di supporto a questa visione viene dalla ricerche del gruppo del professor Giacomo Rizzolatti. Gli esperimenti compiuti dal gruppo di ricerca di Parma negli ultimi vent'anni hanno permesso di identificare nella corteccia premotoria l'esistenza di due gruppi di neuroni "bimodali", cioè visuomotori, nei quali le proprietà di tipo sensoriale si associano a proprietà di carattere motorio (Rizzolatti, Sinigaglia, 2006)⁷⁷. Accanto ai neuroni specchio è stato identificato un secondo gruppo di neuroni (F5), chiamati neuroni "canonici", che si attivano sia quando il soggetto compie un atto motorio finalizzato (prendere una tazza), sia quando il soggetto guarda un oggetto a cui potrebbe essere rivolto il medesimo atto (la tazza)⁷⁸. I dati sperimentali dimostrano che la corteccia motoria e premotoria del lobo frontale e quella parieto-temporale presentano un mosaico di aree distinte sul piano anatomico-funzionale ma fortemente connesse tra loro, che formano circuiti corticali destinati a integrare le informazioni sensoriali e quelle motorie relative a determinati effettori (Rizzolatti, Sinigaglia, 2006).

Uno di questi circuiti, F5-AIP, è coinvolto nelle trasformazioni visuomotorie necessarie per afferrare gli oggetti. Dai neuroni dell'area intraparietale inferiore (AIP), l'informazione visiva viene trasmessa ai

proprie azioni così come riconoscerebbe il significato da attribuire alle azioni altrui sulla base di una pre-forma di simulazione motoria.

⁷⁷ I primi neuroni specchio vennero scoperti nella corteccia premotoria delle scimmie. Questi neuroni erano attivi sia quando l'animale eseguiva un movimento intenzionale (ad esempio "afferrare" un oggetto), sia quando osservava un movimento dotato della stessa intenzionalità eseguito da un altro animale. Che un neurone motorio fosse attivato anche dalla percezione di un movimento compiuto da un altro individuo apparve decisamente sorprendente. Era anche degno di nota che la sola percezione dell'oggetto cui era rivolta l'azione intenzionale, oppure di un movimento non dotato della stessa intenzionalità, non determinava alcuna attivazione di quel neurone. Da queste prime osservazioni non si poteva che trarre una conclusione: quei neuroni erano sensibili all'intenzione, cioè alla meta di un'azione dell'individuo, e inoltre rispecchiavano l'intenzione consimile di ogni altro individuo che venisse osservato dal primo. L'intenzione dell'altro osservato, era, cioè, colta attraverso la simulazione di quello stesso movimento nel cervello dell'osservatore.

⁷⁸ I neuroni di afferramento si dividono, in base alle loro proprietà, in due classi fondamentali: i neuroni puramente *motori*, che si attivano durante il movimento di afferramento eseguito sia in condizione di luce che nell'oscurità, e i neuroni *visuo-motori*, che si attivano normalmente durante l'esecuzione con la mano di azioni finalizzate ma comprendono anche proprietà visive complesse. Questi ultimi comprendono due sottoclassi di neuroni che si distinguono tra di loro in base allo stimolo visivo che li attiva: i *neuroni canonici* e i *neuroni mirror*. I *Neuroni canonici* rappresentano circa il 20% dei neuroni di F5. Sono prevalentemente localizzati nel banco posteriore del solco arcuato (F5ab) e rispondono anche alla semplice fissazione di oggetti tridimensionali senza che venga eseguito un movimento della mano. È stata osservata una stretta congruenza tra le loro risposte visive e quelle motorie: la codifica visiva della dimensione e della forma di un oggetto è spesso congruente con il tipo di prensione codificato dallo stesso neurone.

neuroni di F5 (deputati ai movimenti della mano e della bocca) che codificano gli atti motori con essa congruenti⁷⁹. Un altro circuito, F4 VIP (area intraparietale ventrale), che collega aree della corteccia frontale granulata e del lobo parietale posteriore, ha la finzione di localizzare gli oggetti nello spazio peripersonale. Anche i neuroni F4 (che presiedono ai movimenti di collo, bocca, braccio) scaricano sia durante gli atti motori sia in risposta a semplici stimoli sensoriali, di tipo tattile, visivo e uditivo. Il sistema dei neuroni specchio è situato anatomicamente tra questi circuiti fronto-parieto-temporali che trasformano gli input sensoriali in azioni combinandosi con i programmi motori appropriati. I neuroni di F5 e di AIP codificano gli oggetti come “poli di atti virtuali”, mentre il circuito F4-VIP definisce lo spazio come un “sistema di relazioni” che trova la propria misura nelle varie parti del corpo. Queste rappresentazioni motorie provvedono sia al controllo dell’azione che alla codifica degli stimoli sensoriali in base all’atto potenziale evocato, che identifica il significato di un oggetto per il soggetto: comportano, quindi, una forma di comprensione pragmatica implicita e costituiscono la base per la successiva categorizzazione degli oggetti.

La scoperta e lo studio sistematico di questi neuroni ha portato alla piena realizzazione della teoria dello “schema rappresentazionale comune” secondo la quale, appunto, le rappresentazioni di eventi percepiti

⁷⁹ L’altro tipo di neuroni con proprietà visuo-motorie in F5 sono stati chiamati i *neuroni mirror* e sono prevalentemente presenti nella convessità corticale di F5. Indistinguibili dagli altri neuroni di F5 dal punto di vista delle loro proprietà motorie, sono caratterizzati dalla loro attivazione durante l’osservazione delle azioni finalizzate eseguite da un terzo (scimmia o essere umano) simili a quelle codificate a livello motorio. Una prima serie di studi approfonditi ha rivelato che i neuroni mirror si attivano esclusivamente se l’azione osservata prevede un’interazione effettiva tra un effettore (mano o bocca) e l’oggetto-target. La loro scarica viene di regola evocata dall’esecuzione e/o dall’osservazione di atti motori come l’afferramento, la manipolazione, il tenere, lo strappare o lo spostare un oggetto. Generalmente, i neuroni mirror codificano l’osservazione e l’esecuzione di un solo tipo di atto motorio ma alcuni possono risultare attivati da due o tre tipi distinti di atti motori. La loro scarica non viene attivata dall’osservazione di un’azione mimata (e.g., assenza di interazione con un oggetto), dalla semplice presentazione di un oggetto, e risulta molto debole quando l’afferramento avviene per mezzo di un effettore sconosciuto come delle pinze. La loro risposta non sembra modulata né dal tipo di oggetto con cui l’effettore interagisce (cibo o altro oggetto solido), né dalla distanza o dalla posizione nello spazio occupata dall’agente.

(percezione) e di eventi da eseguire (intenzioni) sono basate sullo stesso codice di tipo motorio (Prinz, 1997; Knoblich e Flach, 2003)⁸⁰.

A conferma di questa visione, un recente lavoro di Gabbard, Cordova e Lee (2009) ha dimostrato che l'intenzione di simulare un'azione e l'intenzione di fare la stessa azione attiva gli stessi processi neurocognitivi⁸¹. Il risultato è la creazione di rappresentazioni neurali che sono condivise a due livelli: da una parte, all'interno dello stesso soggetto, esecuzione e osservazione condividono lo stesso substrato neurale; dall'altra, quando un soggetto osserva l'azione dell'altro soggetto, rappresentazioni analoghe vengono attivate nei cervelli dei due soggetti. Ciò significa che a livello neurale l'azione eseguita e l'azione osservata vengono codificate in un formato "multisoggettivo" (Riva, 2008) che riguarda una forma di "risonanza non mediata" (Goldman, 2007). Gallese (2005b) la definisce in qualità di una "simulazione" che implica una riproduzione automatica, cioè non consapevole, quindi pre-riflessiva degli stati corporei. Ne segue che percepire un'azione e comprenderne il significato equivale innanzitutto a simulare internamente la catena degli eventi percettivi. Si tratta di una "simulazione incarnata" radicata nelle strutture neurali che permette di esperire l'altro e costituisce il livello di base delle relazioni interpersonali⁸².

⁸⁰ La scoperta dei neuroni specchio non è stata casuale. L'ha favorita un cambiamento del modo tradizionale di intendere il funzionamento cerebrale e del modello cognitivo predominante in scienze cognitive. Ne sono state un'anticipazione gli esperimenti avviati da Giacomo Rizzolatti agli inizi degli anni '80 che evidenziarono l'esistenza nella corteccia premotoria della scimmia di neuroni che vengono attivati durante l'esecuzione non di singoli movimenti ma di azioni, cioè di atti motori finalizzati. È risultato poi che una parte dei neuroni premotori dell'area F5 (definiti "canonici") viene attivata anche solo da stimoli visivi, e in particolare dall'osservazione di oggetti che per forma, grandezza, orientamento corrispondono al tipo specifico di azione codificato da quegli stessi neuroni

⁸¹ In pratica, in tutte le fasi di una stessa azione-*intenzione* (voglio muovere una mano per prendere una tazzina), *esecuzione* (muovo la mano e prendo la tazzina), e *osservazione* (vedo un altro muovere la mano e prendere la mela), il soggetto attiva sempre lo stesso schema motorio collegato al contesto in cui si svolge o si svolgerà l'azione.

⁸² Vittorio Gallese (2006; 2007) parla nello specifico di una "consonanza intenzionale" come condizione primaria per lo sviluppo dell'intersoggettività che si configura, quindi, in quello che lui stesso battezza come un "sistema della molteplicità condivisa" (*shared manifold*) in cui le identità individuali prendono origine dal costituirsi di uno spazio di senso interpersonale comune.

Una prima buona osservazione da fare al riguardo è che questo processo è, però, efficace se il soggetto è in grado di distinguere tra azione effettuata e azione percepita. Come sottolineano, infatti, Becchio e Bertone (2005):

Codificando una rappresentazione *agent-free* dell'azione, i neuroni specchio supportano una comprensione visiva e motoria dell'azione, ma non sono di per sé sufficienti all'attribuzione dell'azione a un agente. Questo livello di comprensione, definito dagli autori *agentivo*, richiede infatti che il parametro agente sia specificato come parametro separato: solo così l'azione diventa l'azione di un particolare agente (p. 85).

Un secondo elemento di supporto per lo stretto legame tra percezione e azione arriva, infatti, da una lunga serie di studi neuropsicologici che evidenziano come la nostra rappresentazione dello spazio dipenda dalle azioni che possiamo compiere in esso. Come sottolineano Rizzolatti e Sinigaglia:

Poiché gli oggetti non sono in sé che ipotesi di azione, i luoghi dello spazio non possono essere intesi come *posizioni oggettive*, in rapporto a un'altrettanto presunta posizione oggettiva del nostro corpo, bensì devono essere compresi, come ci insegna Merleau-Ponty, nel loro iscriversi intorno a noi la portata variabile delle nostre intenzioni o dei nostri gesti (*ibidem*, p. 75).

Per questo, non esiste una conoscenza della posizione di un oggetto separata dalle azioni per raggiungerlo. Come abbiamo, infatti, già avuto modo di notare nei paragrafi precedenti, lo spazio che ci circonda viene sempre suddiviso e rappresentato in più porzioni di informazione proprio in base alle diverse capacità di azione, cioè tenendo, sempre, in considerazione del posizionamento e movimento del proprio corpo prima di giungere a compiere una giusta codificazione degli atti.

Un recente studio di Caggiano, Fogassi e altri (2009) ha, inoltre, dimostrato che la differenza tra “spazio peripersonale” e “spazio extrapersonale” è codificato anche nei neuroni specchio: nel macaco, circa metà dei neuroni si attivano quando l'azione osservata si trova nello spazio peripersonale mentre l'altra metà solo quando l'azione osservata si trova nello spazio extrapersonale. Il lavoro ha anche confermato la plasticità di tale confine, mettendo in luce l'effetto degli artefatti sulla percezione dello spazio. Come sottolineano diversi ricercatori del settore, durante un'azione

efficace, in cui il soggetto è in grado di attuare la propria intenzione, l'artefatto viene percettualmente incorporato dal soggetto (Farné, Serino, Làdavas, 2007; Holmes, Calvert, Spance, 2004; 2007). Gli atti motori, dunque, possono includere più movimenti semplici, eseguiti in modo fluido, sinergico e coinvolgenti anche diverse articolazioni: ma la loro caratteristica distintiva è che, rispetto ai movimenti semplici, sono contraddistinti da uno specifico scopo motorio⁸³. Nelle condizioni ecologiche in cui vivono molti animali e tutti i primati, incluso l'uomo è, infatti, continuamente necessario programmare intere sequenze di atti motori, coordinandone i singoli scopi (come "raggiungere", "prendere", "portare") in azioni più complesse, contraddistinte da uno scopo finale sovraordinato:

Sebbene l'azione sia unitaria in termini di scopo finale, dal punto di vista motorio appare formata da vari segmenti, ciascuno dotato del suo specifico scopo. Questi segmenti d'azione sono gli atti motori. Raggiungere, afferrare con la mano, tenere, portare alla bocca, afferrare con la bocca sono i diversi atti motori che insieme formano l'azione il cui scopo finale è ingerire il cibo (Rizzolatti et al., 1998; 2001).

Il conseguimento dello scopo motorio di ciascuno dei singoli atti che compongono la sequenza è indispensabile per poter eseguire il successivo, e per consentire in ultima analisi la realizzazione dello scopo finale dell'azione che, in questo senso, ne identifica la causa funzionale o, in altri termini, "il perché" debba essere messa in atto.

La prospettiva neurofisiologica dello "schema rappresentazionale comune" (Fogassi et al., 2005; Iacoboni et al., 2005) riconosce in quest'ultima accezione del termine "scopo" quello di "stato interno o rappresentazione" che è alla base dei processi di selezione e organizzazione dell'azione stessa: l'intenzione motoria. Molte di queste teorizzazioni si basano sull'analisi di evidenze cliniche e neuropsicologiche su pazienti con lesioni cerebrali. Inoltre, lo studio del cervello dei primati non umani ha fornito informazioni imprescindibili che hanno consentito di far luce sui meccanismi che governano le trasformazioni sensorimotorie nei circuiti che

⁸³ Per esempio, "afferrare" un oggetto piccolo richiede una flessione del pollice e dell'indice fino alla completa presa di possesso dell'oggetto stesso. Ma anche "grattarsi", o "graffiare" implicano una flessione molto simile degli stessi effettori, pollice e indice: tuttavia, questi ultimi atti sono diversi e distinti rispetto all'afferrare in quanto non ne condividono lo stesso scopo motorio.

connettono le aree parietali con quelle frontali enfatizzando, da un lato, il ruolo pragmatico dell'informazione sensoriale, dall'altro, la rilevanza funzionale della conoscenza motoria nell'emergere della percezione. Assumendo una prospettiva ecologica, sosteniamo che la percezione non può quindi essere intesa come una risposta ad uno stimolo, ma casomai come un atto di acquisizione di conoscenza che può avvenire in presenza di informazione nell'ambiente. Viviamo in un ambiente fatto di sostanze invece di punti geometrici e linee, quindi, abbiamo punti di osservazione e linee di locomozione. E analogamente la nostra esistenza non si snoda in un tempo astratto, ma in un ambiente nel quale si verificano «cambiamenti, eventi e sequenze di eventi (...), poiché il fluire di un tempo vuoto e astratto non ha alcuna realtà per gli animali» (Gibson, 1979)⁸⁴.

Abbiamo visto come lo studio delle proprietà funzionali del sistema motorio corticale suggerisce l'ipotesi che la comprensione delle azioni sia originariamente basata su un meccanismo in grado di combinare direttamente l'informazione sensoriale relativa alle azioni altrui con l'informazione motoria di quelle azioni propria dell'osservatore⁸⁵. Le implicazioni teoriche sul sistema motorio che hanno nel sistema specchio l'aggancio empirico più forte per la teoria dello schema rappresentazione comune, comportano una presa di distanza dal modello di una mente sostanzialmente disincarnata e solipsistica. Mettono in discussione i presupposti della tradizione epistemologica e filosofica che ha privilegiato una concezione simbolica della mente e fondato l'intersoggettività su una

⁸⁴ In questa prospettiva l'organismo abita attivamente "uno spazio ecologico" che consiste di luoghi, localizzazioni o posizioni, in cui conosce e riconosce oggetti estraendo attivamente informazioni il cui significato è dato soltanto in relazione al corpo e alle possibilità d'azione del corpo. Molti anni prima di Gibson, Jules-Henri Poincaré (1908) aveva già espresso un'idea simile, sostenendo che «è in rapporto al nostro corpo che situiamo gli oggetti esterni, e le uniche relazioni di questi oggetti che ci possiamo rappresentare sono le relazioni con il nostro corpo».

⁸⁵ Secondo una concezione classica dell'evoluzione della cognizione sociale, primati umani e non umani elaborano le azioni finalizzate sulla base di strategie cognitive che si differenziano per il livello di complessità: i primati non umani analizzano gli aspetti osservabili del comportamento e prevedono le sue conseguenze in base ad un sistema di apprendimento per associazione, mentre gli esseri umani interpretano le azioni come potenzialmente causate dagli stati mentali dell'individuo. Recenti studi hanno tuttavia suggerito che nella fase iniziale dello sviluppo ontogenetico, la comprensione dell'azione finalizzata si fonda su strategie cognitive non-mentalistiche il cui substrato neurofisiologico potrebbe costituire una base comune alla cognizione sociale dei primati.

Teoria della Mente basata, quasi esclusivamente, sulla reificazione di nozioni quali intenzioni, credenze e desideri; sull'idea che la vita sociale sia resa possibile solo dallo scambio di inferenze e di attribuzioni esplicite fra gli individui⁸⁶.

Nel funzionamento del sistema motorio, viceversa, trova fondamento un punto di vista naturalistico e più fortemente evolucionistico, che identifica attraverso il neologismo della “simulazione incarnata” una caratteristica funzionale di base del cervello dei primati, necessaria per comprendere il senso delle azioni e delle emozioni altrui. La comprensione del comportamento altrui dipenderebbe in questo caso dalla conoscenza motoria di chi lo osserva: è questa conoscenza che permetterebbe all'osservatore di attribuire immediatamente una valenza intenzionale ai movimenti, riconoscendoli come parte di una data azione. L'analisi del meccanismo specchio e la sua interpretazione nei termini di una combinazione diretta dell'informazione sensoriale e motoria pongono in questione l'interpretazione tradizionale dell'azione e della sua comprensione, rivelando quanto profondamente intrecciate siano le componenti motorie e intenzionali dell'azione e come questo intreccio, cruciale tanto per l'esecuzione in prima persona quanto per la sua comprensione, possa essere meglio chiarito solo sulla base di una concezione motoria dell'intenzionalità.

La nostra capacità di comprendere le azioni e le intenzioni altrui è radicata nella stessa conoscenza motoria che è alla base della nostra capacità di agire. Ma da dove proviene siffatta abilità? Una tale domanda rimanda a due questioni diverse, sia pure complementari. La prima: come riconosciamo che quelli che stiamo osservando non sono movimenti

⁸⁶ Neuroscienziati e filosofi della mente sono spesso concordi nel ritenere che tanto il riconoscimento di un evento come azione, quanto l'identificazione di un'azione come quella particolare azione dipendono dall'abilità di attribuire stati mentali e atteggiamenti proposizionali, che si ritiene siano all'origine del comportamento motorio osservato e che perciò contribuiscono a renderlo intellegibile e in molti casi predittibile⁸⁶. Così, senza la capacità di attribuire ad altri quegli atteggiamenti proposizionali, sarebbe impossibile per noi comprendere la natura del loro comportamento e il significato specifico delle azioni in cui esso si dispiega. Negli ultimi anni, tuttavia, questa idea è stata messa in discussione da una serie crescente di ricerche nell'ambito della cosiddetta “neurofisiologia dell'azione” (Petit, 1997).

meramente fisici, bensì atti motori intenzionali? In altre parole, com'è che attribuiamo lo statuto di azioni ai movimenti osservati? La nostra capacità di agire non dipende soltanto da vincoli di tipo fisico, ma è regolata da un insieme di rappresentazioni che hanno al contempo un contenuto intenzionale e motorio. Nel paragrafo successivo passeremo in analisi alcuni aspetti chiave dell'ontogenesi della comprensione intenzionale, cercando di far vedere come le proprietà funzionali del meccanismo specchio e la nozione di intenzionalità motoria possono gettare luce anche su quello che accade prima dello sviluppo del *mindreading*. Questa comprensione è differente dalla modalità di *mindreading* tradizionalmente considerata, essendo per natura enattiva, ovvero radicata nella nostra stessa capacità di agire.

2.6.2 Catene motorie e comprensione delle intenzioni

Gran parte dei più recenti esperimenti indica chiaramente come la capacità dimostrata dai bambini nel primo anno di vita di rilevare il carattere intenzionale delle azioni altrui dipenda dallo sviluppo della loro capacità di agire e di pianificare l'azione in prima persona. Il passaggio a forme più articolate di comprensione che consentono loro non solo di riconoscere i singoli scopi che caratterizzano i vari atti motori, ma di cogliere anche l'intenzione motoria in base alla quale quegli atti sono compiuti, appare contraddistinto dallo sviluppo della capacità di rappresentare intere catene di atti motori dotate di specifiche gerarchie di scopi e di pianificare così l'azione da eseguire in maniere sempre più fine dal punto di vista intenzionale e motorio⁸⁷. Si tratta di un passaggio chiave nello sviluppo della comprensione intenzionale. Ciò non vuol dire ridurre l'intera ontogenesi delle capacità di *mindreading* al solo sviluppo delle competenze intenzioni motorie. Piuttosto, e più modestamente, significa riconoscere che un approccio motorio all'intenzionalità consente, per la prima volta, di

⁸⁷ Questo meccanismo di risonanza motoria, facendo corrispondere le azioni percepite alla loro rappresentazione nel sistema motorio dell'osservatore, permetterebbe quindi di afferrare in maniera diretta l'esperienza sensori-motoria dell'altro.

ripensare le basi e lo sviluppo della comprensione intenzionale entro un quadro teoricamente unitario e neuroscientificamente fondato.

Le azioni finalizzate rese familiari dall'esperienza motoria e, in misura minore, percettiva, potrebbero essere comprese ed anticipate grazie ad un meccanismo di simulazione incarnata (*embodied simulation*) che conduce automaticamente alla percezione dell'altro come un agente simile a sé, le cui azioni sono prevedibili tanto in base alla somiglianza con il proprio repertorio motorio quanto rispetto alle caratteristiche fisiche della situazione. L'organizzazione funzionale del sistema motorio intorno allo scopo dell'azione getta luce sulle origini della flessibilità dei meccanismi di apprendimento: l'esito dell'esperienza motoria e percettiva viene gradualmente generalizzato ad un significato semantico comune, codificato al livello neurofisiologico come scopo e costituente l'elemento strutturante della comprensione e dell'esecuzione dell'azione finalizzata.

Finora abbiamo considerato alcuni aspetti importanti degli atti motori caratterizzati da una specifica rappresentazione incentrata su un unico scopo. Di fatto, però, le nostre azioni, come gran parte di quelle degli animali non umani, possiedono un'architettura intenzionale motoria ben più complessa che presuppone la concatenazione intenzionale dei vari atti motori coinvolti, ovvero la loro organizzazione secondo una specifica gerarchia di scopi. Non si tratta semplicemente della differenza tra scopi e movimenti, piuttosto del fatto che la stessa rappresentazione motoria possa entrare a far parte di rappresentazioni motorie più complesse e centrate su scopi diversi tra loro.

Fogassi e Ferrari (2005) hanno indagato proprio questo aspetto dell'organizzazione intenzionale del comportamento motorio, registrando l'attività di singoli neuroni motori dal lobulo parietale inferiore del macaco durante i movimenti tipici dell'afferrare. Due erano le condizioni sperimentali: nella prima l'animale doveva afferrare un pezzo di cibo e portarlo alla bocca; nella seconda, doveva afferrare il cibo ma invece che portarlo alla bocca, doveva riporlo in un contenitore. La maggior parte dei neuroni registrati è risultata attivarsi in maniera diversa secondo lo scopo complessivo dell'azione, ovvero a secondo che l'afferrare fosse un afferrare

per portare alla bocca o un afferrare per spostare⁸⁸. La selettività motoria di tali neuroni, il fatto cioè che la rappresentazione motoria da essi evocata moduli la propria relazione motoria allo scopo finale dell'azione, non permette di spiegare soltanto una delle caratteristiche fondamentali dell'organizzazione motoria (ovvero l'esistenza di specifiche catene motorie in grado di garantire la piena fluidità dell'azione), ma costituisce anche la base per una forma più ampia di comprensione intenzionale, che non sia ristretta soltanto ai singoli atti motori, ma abbracci l'intenzione motoria originaria che consente di comprendere quegli atti come parti di un'azione complessiva.

Iacoboni, Molnar-Szakacs e altri (2005) hanno mostrato come il meccanismo specchio sia in grado di catturare le intenzioni motorie. Gli autori hanno presentato ad alcuni soggetti volontari tre diversi tipi di stimoli visivi: una mano che afferrava una tazza con prese diverse (di precisione o a mano piena), due contesti diversi (un bicchiere, una teiera, un piatto come se qualcuno dovesse prendere un tè o avesse appena finito di farlo), e una mano che afferrava la tazza con prese diverse in contesti diversi (così da suggerire che la tazza venisse presa con l'intenzione di portarla alla bocca per bere o di spostarla per rimetterla a posto). L'osservazione delle diverse azioni della mano immerse nei diversi contesti produceva, rispetto alle altre due condizioni (solo azione, solo contesto), una maggiore attivazione nella parte posteriore del giro frontale inferiore, ovvero nella regione che costituisce il nodo frontale dei neuroni specchio nell'uomo. Questo ha portato a supporre gli autori che un tale sistema riesce a codificare non solo i singoli atti motori (afferrare una tazzina con una presa piuttosto che con

⁸⁸ Nello stesso studio, Fogassi e collaboratori, hanno registrato neuroni specchio parietali nelle medesime condizioni sperimentali ("afferrare per mangiare" e "afferrare per spostare") usate per controllare le attività motorie dei neuroni parietali responsabili dell'afferrare. Anche in questo caso i neuroni si attivano in maniera diversa secondo il tipo di azione in cui rientrava l'atto da loro codificato, mostrando una chiara congruenza tra le risposte motorie e quelle visive. Inoltre, sia durante l'effettiva esecuzione dell'azione da parte dell'animale sia durante l'osservazione dell'azione compiuta dallo sperimentatore, i neuroni si attivavano quando la mano (dello sperimentatore o del macaco) prefigurava la presa necessaria ad afferrare il cibo. Il fatto che lo stimolo visivo attivasse lo stesso pattern neurale (ovvero lo stesso insieme di rappresentazioni motorie finalizzate), responsabile dell'esecuzione non solo del singolo atto, ma dell'intera catena, rivela come l'animale fosse in grado di coglierne immediatamente la concreta dinamica intenzionale, anticipando in tal modo lo scopo complessivo cui rispondevano i movimenti iniziali dello sperimentatore.

un'altra), ma anche l'intenzione motoria in base a cui ogni singolo atto è compiuto, consentendo all'osservatore di comprendere fin dall'inizio l'intero significato intenzionale dell'azione osservata e di anticiparne l'eventuale scopo finale (afferrare per bere o afferrare per spostare). Negli ultimi anni, inoltre, alcuni studi hanno cercato di far vedere come i bambini rivelino capacità di *mindreading* piuttosto precocemente, e comunque molto prima di quanto comunemente ritenuto. Un esperimento di abitazione, ad esempio, ha mostrato che bambini di quindici mesi possiedono le capacità di predire il comportamento di un agente sulla base di quelle che ritengono essere le sue credenze (Onishi, Baillargeon, 2005)⁸⁹. Una serie di esperimenti di abitazione ha evidenziato che bambini di sei e nove mesi sono in grado di distinguere tra la relazione allo scopo di alcuni atti motori di base come l'afferrare e la loro cinematica (Woodward, 1998).

Secondo i dati sperimentali, i bambini entro i nove mesi, disporrebbero di un repertorio di conoscenze che non presuppone alcuna capacità metarappresentazionale e che ciò nonostante permette loro di essere sensibili più agli aspetti intenzionali dei comportamenti motori osservati che a quelli speciali o temporali. Natura e portata intenzionale delle diverse forme di comprensione risulterebbero così ricondotte ad un unico principio che per quanto applicato a domini diversi, sarebbe uguale per tutti. Ciò spiegherebbe sia la sorprendente sofisticatezza delle prime forme di comprensione intenzionale sia lo sviluppo delle capacità di *mindreading*, suggerendo che i bambini comincerebbero ad assumere un atteggiamento mentalistico allorché le loro conoscenze diventano sufficientemente flessibili per rappresentare stati di cose fittizi e controfattuali, e ad applicare a questi ultimi il principio inferenziale che è alla base del loro precedente atteggiamento (Gergely, Csibra, 2003). In questa direzione, infatti, vanno non pochi degli studi più recenti. In particolare è stato mostrato che i bambini sono in grado di rilevare la natura intenzionale dei movimenti

⁸⁹ Tuttavia è largamente accettata l'idea che le prime forme di comprensione intenzionale che i bambini sviluppano entro il loro primo anno di età non possono essere interpretate in termini di *mindreading*, sia pure precoce (Tomasello, Barton, 1995; Carpenter, Negell, Tomasello, 1998).

compiuti da altri già a tre mesi di età, a patto però che sappiano già compiere quei movimenti in prima persona (Sommerville, Woodward, 2005). L'idea che i bambini capitalizzino la loro conoscenza motoria per comprendere le azioni altrui è fortemente corroborata anche in un esperimento di registrazione dello sguardo che rivela come, al pari degli adulti, i bambini di dodici mesi anticipano con gli occhi lo scopo dei movimenti osservati. Tuttavia quest'ultimo aspetto, chiaramente, vale soltanto quando hanno a che fare con movimenti biologici finalizzati e non, invece, quando hanno di fronte meri oggetti in movimento che compiono la stessa traiettoria senza però la presenza di alcun effettore naturale, come potrebbe essere una mano (Falck-Ytter, Gredeback, Von Hofsten, 2006). La conoscenza motoria che il bambino sviluppa entro il primo anno di età è alla base della sua capacità di agire in prima persona. Questa capacità rende possibile una forma di comprensione intenzionale che è di per sé originaria dello sviluppo psichico e fisico degli esseri umani. Tanto più che essa permette di chiarire non solo i diversi gradi di sensibilità allo scopo dei movimenti altrui che i bambini dimostrano nei primi mesi di vita, ma anche di gettare luce su un momento chiave dello sviluppo della comprensione intenzionale. Parliamo, cioè, dell'emergere della capacità di interpretare gli atti motori osservati non più soltanto singolarmente, bensì in gerarchie di scopi motori differenti. È noto da tempo, infatti, che tra i nove e i dodici mesi vi è una fase cruciale nello sviluppo delle capacità dei bambini di rappresentare i propri scopi motori in termini di veri e propri piani di azione. Di recente è stato, infatti, mostrato che entro i dodici mesi i bambini sono in grado di rilevare la struttura gerarchica degli scopi che caratterizza una sequenza di atti motori quando questi sono compiuti da altri. Ma la cosa più importante è che studi di abituação che esploreremo in modo dettagliato nel restante capitolo, hanno evidenziato come solo i bambini in grado di strutturare in proprio determinate sequenze di atti motori, gerarchicamente organizzati, sono in grado di riconoscere quelle sequenze quando sono compiute da altri., dimostrando così ancora una volta il ruolo cruciale dell'intenzionalità motoria nell'ontogenesi della comprensione intenzionale.

2.7 Lo sviluppo della comprensione dell'azione finalizzata

Diverse correnti teoriche concordano nel considerare la capacità di interpretare un'azione finalizzata ad uno scopo come uno dei principali precursori della teoria della mente.

Piaget (1952) ha collocato, ad esempio, la prima comparsa di coordinamento tra mezzi e fini tra i sette e i nove mesi di età. Prima di questa età, i bambini non si dimostrano in grado di variare le proprie azioni per adattarle alle diverse situazioni ma si limitano a ripetere gli schemi d'azione che fin'ora hanno avuto successo, per riprodurre i loro effetti salienti. Ad esempio, quando viene posto un ostacolo tra loro e un oggetto desiderato, i bambini di 4-6 mesi interrompono la loro azione oppure iniziano a interessarsi all'ostacolo stesso, dimenticandosi di ciò che aveva costituito lo scopo iniziale della loro azione. Il bambino di otto mesi, invece, procede deliberatamente a rimuovere l'ostacolo al fine di raggiungere ed afferrare l'oggetto desiderato. Secondo Piaget, quindi, a 8 mesi i bambini diventano capaci di coordinare mezzi e fini per produrre azioni dirette ad uno scopo.

Woodward (1998) ha tuttavia dimostrato che già a partire dai sei mesi, i bambini sono in grado di distinguere i mezzi e gli scopi di un'azione altrui, ma che questa capacità si presenta solo quando l'azione è eseguita da un agente umano piuttosto che da un agente meccanico. La presenza di un sistema di corrispondenza tra l'esecuzione e la percezione dell'azione nei bambini di 6 mesi è stata recentemente verificata da uno studio misurante la risposta emodinamica delle aree cerebrali tramite il metodo della spettroscopia ad infrarosso ("Near-infrared spectroscopy", *NIRS*; Shimada, Iraki, 2006). Gli autori hanno infatti dimostrato l'attivazione di quelle aree sensori-motorie ritenute parte del circuito mirror durante l'osservazione di azioni eseguite dal vivo ma anche presentate in video. Sommerville e Woodward (2005a) hanno evidenziato nei bambini di 12 mesi, la comparsa della capacità a rappresentarsi l'azione complessa di un terzo come strutturalmente organizzata in base ad uno scopo distale. L'esperimento ha

rivelato che questa abilità poteva anche essere presente nei bambini più giovani (10 mesi) che erano in grado di eseguire azioni con un simile livello di complessità. Il precoce ed intrinseco legame esistente tra la capacità di attribuire uno scopo ad una determinata azione e la capacità di eseguire quell'azione, è stato ulteriormente confermato da Sommerville e collaboratrici (2005b). Le autrici hanno dimostrato quanto l'esperienza motoria risulti fondamentale nel plasmare la comprensione delle azioni finalizzate. I bambini di 3 mesi che avevano potuto giocare con un guanto rivestito con una banda velcro, riuscivano successivamente a discriminare lo scopo di afferrare un oggetto mediante quel guanto. I bambini che erano invece stati familiarizzati soltanto visivamente con il guanto, non erano poi in grado di riconoscere a che scopo era diretta l'azione osservata. Sulla stessa linea teorica, Falck-Ytter ha evidenziato come l'evoluzione della comprensione dell'azione sia strettamente correlata alla produzione motoria dell'individuo. Utilizzando un metodo per la registrazione dei movimenti oculari del soggetto ("*eyetracking device*"), gli autori hanno dimostrato che i bambini di sei mesi presentavano una capacità diversa rispetto ai bambini di dodici mesi e agli adulti, di prevedere lo scopo delle azioni altrui. La comprensione dello scopo di un'azione si verifica dall'esecuzione di movimenti oculari anticipatori verso l'area in cui lo scopo viene realizzato (in questo caso, lo spostamento di un oggetto da un recipiente ad un altro) ancora prima dell'arrivo dell'oggetto in essa. Questi movimenti oculari anticipatori erano presenti soltanto negli adulti e nei bambini di 12 mesi. Poiché questo comportamento non si manifestava nei bambini di sei mesi, i ricercatori hanno proposto che la possibilità di anticipare gli scopi delle azioni altrui si manifestasse a partire dal momento in cui i bambini riescono a compiere loro stessi quelle azioni (il controllo delle azioni osservate in quello studio comparirebbe attorno ai 7-9 mesi di vita). Gli autori hanno inoltre osservato che gli sguardi anticipatori erano assenti nei bambini di 12 mesi e significativamente ridotti negli adulti quando il movimento osservato era eseguito da un agente inanimato.

Meltzoff (1995) ha dimostrato come i bambini di 18 mesi sono in grado di inferire e riprodurre azioni dirette ad uno scopo che un modello

adulto non riesce a portare a termine. Carpenter e collaboratori (1998) hanno osservato nei bambini di 14 mesi la capacità di discriminare le azioni volontarie da quelle che portavano accidentalmente allo stesso risultato. In un recente esperimento, Carpenter, Call e Tomasello (2005) hanno inoltre dimostrato che a seconda del contesto in cui si svolge l'azione osservata, i bambini di 12 mesi tendono ad imitare il mezzo utilizzato dall'agente oppure a riprodurre scrupolosamente il suo scopo. Gli esperimenti di Meltzoff e Carpenter e collaboratori svelano, nei bambini, la capacità di far momentaneamente astrazione del comportamento di superficie per risalire alle intenzioni che lo causano.

Decety e Chaminade (2002) propongono che la capacità di attribuire uno scopo alle azioni altrui e quindi di prevedere un comportamento imminente, avvenga in base alla proiezione della propria esperienza sull'altro e che il lento sviluppo di questa capacità segua lo sviluppo graduale delle capacità motorie del bambino. Tuttavia occorre aggiungere che questi dati sembrerebbero essere parzialmente contraddetti da altre evidenze interpretate come a favore di teorie che considerano il bambino come dotato di sistemi innati, dominio-specifici e /o modulari, che permettono l'identificazioni degli agenti e del fine della loro azione grazie ad una particolare sensibilità per determinate caratteristiche del comportamento (Premack, 1990; Leslie, 1994, 1995; Gergely, Csibra, 2003)⁹⁰. Adottando una linea teorica simile, Csibra e Gergely (1995), ad esempio, propongono che il bambino sia equipaggiato con un sistema inferenziale e normativo (prospettiva teleologica o *teleological stance*) che

⁹⁰ Ad esempio, autori come Premack (1990) e Baron-Cohen (1994) propongono che i bambini interpretano come intenzionale e finalizzata qualsiasi azione eseguita da un agente dotato da "energia interna e rinnovabile" (*self-propelledness*). Leslie (1994; 1995) suggerisce invece che la decisione di attribuire un'intenzionalità all'azione osservata avvenga sulla base della percezione e l'elaborazione di diverse caratteristiche contemporaneamente presenti: il meccanismo di primo livello, "Theory of body mechanism" (ToBY), categorizza gli oggetti che si muovono grazie ad un'energia interna, come agenti fisici o meccanici. Il meccanismo di secondo livello, TMM1, che elabora le situazioni distanti in tempo e spazio, riceve informazioni dal ToBY ed elabora una rappresentazione del comportamento dell'agente in relazione ad oggetti spazialmente distanti così come i potenziali stati di realtà. A questo livello di elaborazione, il risultato dell'azione costituisce ciò che viene valutato teleologicamente come "lo scopo al quale l'azione era diretta".

genera rappresentazioni non-mentalistiche dell'azione finalizzata⁹¹. A differenza delle spiegazioni causali, le spiegazioni teleologiche non tengono conto di una qualche condizione precedente che rende l'azione necessaria ma si concentrano invece sull'esito dell'azione. Il riferimento al risultato è accettato come spiegazione teleologica (ossia, come la *ragione*) del comportamento in quanto lo giustifica, ovvero, quando, dati i limiti di realtà, il comportamento può essere giudicato come un modo sensato per produrre lo stato desiderato⁹².

La prima conoscenza di sé sembrerebbe acquisirsi dalla percezione della contingenza tra le proprie azioni e le risposte del mondo esterno. In tal senso le prime interazioni sociali e, in particolare, l'esperienza di comunicazione faccia-a-faccia con l'adulto che si sviluppa dal secondo mese di vita forniscono un contesto privilegiato nel quale il lattante può facilmente percepire gli effetti delle proprie azioni ed espressioni sull'interlocutore. Le ricerche riportate documentano in buona parte come lo sviluppo di un primo senso di sé come agente sia strettamente connesso allo sviluppo di un sé affettivo (Stern, 1985) cioè di un senso di sé come possessore di affetti e stati emozionali interni che in modo ricorrente accompagnano specifiche esperienze relazionali. Questi esperimenti indicano chiaramente come la capacità di mostrata dai bambini di rilevare il

⁹¹ Questo sistema rappresenta e mette in relazione esplicativa tre elementi concreti ed osservabili dell'azione: il comportamento osservato (l'azione), uno stato di realtà potenziale (lo scopo) e gli aspetti rilevanti della realtà (elementi fisici che ostacolano l'azione). La combinazione di questi tre elementi forma una rappresentazione teleologica se, e solo se, il principio di razionalità (o di massima efficacia) risulta soddisfatto. Questo principio di razionalità asserisce che un'azione può essere spiegata in base al suo scopo se questa risulta essere il mezzo più diretto per realizzare l'obiettivo date le caratteristiche del contesto. In altre parole, l'effetto prodotto dall'azione viene considerato come il suo scopo se giustifica l'esecuzione di quella determinata azione in quel determinato contesto (Csibra e Gergely, 2007).

⁹² Gergely e Csibra dissociano tuttavia il momento di comparsa dell'abilità di interpretazione teleologica da quello della comprensione degli stati mentali intenzionali causali. Gli autori assumono la posizione di "indipendenza della teleologia" (Gergely e Csibra, 2000), secondo la quale la prospettiva teleologica sarebbe un adattamento biologico che si è evoluto indipendentemente dalla Teoria della Mente per interpretare e rappresentare a livello spaziale i comportamenti razionali diretti ad uno scopo. Quando il bambino diventa in grado di rappresentarsi stati mentali intenzionali (come traspare nei giochi di finzione o nella comprensione/attribuzione delle False Credenze), il dominio di applicazione del "Principio di razionalità" (che era ristretto agli stati di realtà attuali e futuri nella sola prospettiva teleologica) viene arricchito dalle rappresentazioni di stati di finzione e/o controfattuali e struttura una teoria dell'azione qualitativamente differente da quella teleologica poiché mentalistica.

carattere intenzionale dell'azione dipenda dallo sviluppo della loro capacità di agire e pianificare l'azione in prima persona.

L'organizzazione funzionale del sistema motorio intorno allo scopo dell'azione getta luce sulle origini della flessibilità dei meccanismi di apprendimento: l'esito dell'esperienza motoria e percettiva viene gradualmente generalizzato ad un significato semantico comune, codificato al livello neurofisiologico come scopo e costituente l'elemento strutturante della comprensione e dell'esecuzione dell'azione finalizzata. Le azioni finalizzate rese familiari dall'esperienza motoria e, in misura minore, percettiva, potrebbero essere comprese ed anticipate grazie ad un meccanismo di simulazione incarnata (*embodied simulation*) che conduca automaticamente alla percezione dell'altro come un agente simile a sé, le cui azioni saranno prevedibili sia in base alla somiglianza con il proprio repertorio motorio che rispetto alle caratteristiche fisiche della situazione. Questo meccanismo è regolato da un insieme di rappresentazioni che hanno un contenuto al contempo intenzionale e motorio, ovvero da un insieme di rappresentazioni in cui gli scopi delle nostre azioni sono definite nei termini dei movimenti che di volta in volta risultano più opportuni per eseguirle. Rappresentazioni di questo tipo sono evocate dall'osservazione di azioni compiute da altri. Il meccanismo specchio combina direttamente le rappresentazioni sensoriali con quelle motorie proprie dell'osservatore. È la relazione allo scopo che contraddistingue queste rappresentazioni sensori-motorie, consentendo all'osservatore di comprendere immediatamente il significato intenzionale che le caratterizza come qualcosa di più di una semplice sequenza di movimenti. Per tale ragione nel prossimo paragrafo prenderemo in considerazione alcune fra le ricerche di neuroimaging che hanno permesso di verificare l'esistenza di una corrispondenza anatomica tra il circuito corticale coinvolto nella trasformazione visuo-motoria studiato nei macachi e quello esistente negli esseri umani. Mostriamo come l'analisi del meccanismo specchio e la sua interpretazione nei termini di una "combinazione diretta" dell'informazione sensoriale e motoria pongano in questione l'interpretazione tradizionale della comprensione dell'azione, rivelando quanto profondamente intrecciate siano le componenti motorie e

intenzionali dell'azione e come questo intreccio possa essere chiarito solo sulla base di una concezione motoria dell'intenzionalità.

2.7.2 Il sistema mirror negli esseri umani

Dati clinici permettono di evidenziare come anche negli esseri umani, l'esistenza di un sistema mirror abbia la funzione di facilitare la comprensione di un azione osservata mediante l'attivazione di una sua rappresentazione motoria⁹³.

Lhermitte e collaboratori (1986) descrissero il comportamento d'imitazione patologico osservato nei pazienti con una lesione nell'area orbitofrontale. Questi pazienti, in modo simile ai pazienti ecoprassici, non riuscivano a trattenersi dall'imitare in modo repentino ed automatico l'azione che vedevano eseguire da altri. A differenza di questi, però, i pazienti con quel comportamento d'imitazione non riproducevano esattamente l'azione osservata, ma piuttosto eseguivano azioni che portavano ad un risultato simile. Oltre a spiegare questo comportamento come risultante da un deficit nei meccanismi che normalmente controllano gli schemi o piani motori, è possibile ipotizzare che quegli schemi

⁹³ La prima prova (anche se inconsapevole) dell'esistenza di un sistema mirror negli esseri umani risale agli anni '50 del secolo scorso, dai lavori svolti da Gastaut & Bert (1954) e da Cohen-Seat et al. (1954). Studiando l'attività elettroencefalografica durante l'osservazione di azioni, è stato evidenziato come il ritmo *mu*, che è tipicamente presente in condizioni di riposo e sparisce durante la produzione attiva di movimenti, risulta essere soppresso anche durante l'osservazione dei movimenti di un'altra persona⁹³. Hari e collaboratori (1997) hanno dimostrato come le oscillazioni ritmiche che tipicamente originano dall'interno del solco centrale (20Hz), aumentino bilateralmente circa 500 ms dopo la stimolazione del nervo medio (Salmelin & Hari, 1994), fornendo un indice prezioso dello stato di attivazione della corteccia motoria precentrale. Degno di attenzione, il fatto che questo aumento viene radicalmente soppresso sia quando il soggetto esegue un'azione che quando la osserva (Hari et al., 1997; 1998). Mediante la tecnica della stimolazione magnetica transcranica (TMS), Fadiga e collaboratori (1995) hanno dimostrato come durante l'osservazione di un'azione transitiva o intransitiva, viene registrato un aumento significativo dei potenziali motori evocati (MEP) nei muscoli dell'osservatore, corrispondenti a quelli che vengono reclutati per eseguire l'azione. Un altro studio di TMS (Gangitano et al., 2001), registrando i MEP della mano durante le diverse fasi dell'azione osservata, ha evidenziato come l'eccitabilità della corteccia motoria rispecchi fedelmente i vari intervalli dell'azione di afferramento.

codificanti diversi tipi di atti motori, possono a loro volta essere raggruppati gerarchicamente a seconda dello scopo che portano a realizzare.

Numerose sono, infatti, le ricerche di neuroimaging che hanno permesso di localizzare il funzionamento del sistema mirror umano in diverse situazioni e di verificare l'esistenza di una corrispondenza anatomica tra il circuito corticale coinvolto nella trasformazione visuo-motoria studiato nei macachi e quello esistente negli esseri umani. Quando un essere umano osserva un'azione, si verifica l'attivazione di un complesso cerebrale che include aree occipitali, temporali, le aree visive del lobo parietali e due aree con una funzione prevalentemente motoria: la porzione rostrale del lobulo parietale inferiore e la parte inferiore del giro precentrale insieme alla parte posteriore del giro frontale inferiore (IFG). Mentre risulta facile trovare una corrispondenza tra il lobulo parietale inferiore umano e le aree PF/PFG della scimmia, trovare una corrispondenza per IFG è un compito più arduo. In base all'assunto che il solco frontale superiore insieme al solco precentrale superiore rappresentino il corrispettivo umano del ramo superiore del solco arcuato e poiché, nella scimmia, la continuazione caudale del solco arcuato delimita la premotoria dorsale da quella ventrale, è stato ipotizzato che negli esseri umani, un tale limite si situi appena più ventralmente rispetto al solco frontale superiore. La localizzazione dei FEF situati, in entrambe le specie, tra il bordo inferiore della premotoria dorsale e quello superiore della premotoria ventrale, corrobora questa omologia (Corbetta et al., 1998; Kimming et al., 2001). Distinto il confine tra premotoria dorsale e ventrale nell'uomo, il confine tra F4 e F5 segnato nella scimmia dal solco precentrale inferiore (ipd) potrebbe corrispondere al IPD che distingue nell'uomo, l'area 6 inferiore e l'area 44 di Brodmann (Grèzes et al., 2003). Studi comparativi hanno individuato nella pars opercularis (BA 44) l'omologo umano dell'area F5 della scimmia (Petrides, Pandya, 1997). L'area 44 è stata classicamente definita un'area adibita alla produzione linguistica, capacità peculiarmente umana, mentre l'area F5 riveste funzioni motorie, anche se di ordine superiore rispetto alla semplice esecuzione.

Come spiegare allora l'analogia tra le due aree dal punto di vista funzionale? Studi recenti hanno in realtà evidenziato come il settore ventrale della corteccia premotoria nelle due specie sia implicato nei processi di organizzazione di azioni, prefigurazione di atti motori e comprensione di azioni, dimostrando come l'area 44 non sia esclusivamente adibita al linguaggio (Jacoboni et al. 1999) La parte caudale della corteccia premotoria ventrale (F4) sembrerebbe invece avere un'area omologa nella parte ventrale della corteccia premotoria nell'uomo (Rizzolatti et al. 2002). Le sue connessioni con l'area intraparietale ventrale (VIP), dimostrate da tempo nella scimmia, sono state recentemente individuate anche nell'uomo.

La dimostrazione che l'attivazione dell'area 44, durante l'osservazione di un'azione sia veramente riconducibile ad una sua funzione di mirroring visuo-motorio e non ad una rappresentazione verbale interna come ipotizzato da alcuni autori (Grèzes, Decety, 2001) arriva da un esperimento di fMRI che prevedeva l'osservazione di azioni transitive ed intransitive (mimate) eseguite con diverse parti del corpo (Buccino et al., 2001). I risultati hanno dimostrato un'attivazione selettiva delle aree parietali e frontali durante l'osservazione di azioni transitive eseguite con diverse parti del corpo. L'attivazione corticale rispecchiava inoltre un'organizzazione somatotopica con foci corticali dedicati alle azioni compiute con la mano, la bocca o il piede. L'osservazione delle azioni mimate dava un pattern di attivazione simile ma limitato al lobo frontale. Se le azioni osservate fossero state interpretate verbalmente, l'area di Broca avrebbe dovuto attivarsi allo stesso modo, indipendentemente dal tipo di azione e, soprattutto, l'area premotoria non avrebbe avuto ragione di attivarsi.

L'insieme dei dati riportati sembrano confermare l'esistenza nell'uomo di un sistema di risonanza motoria analogo a quello individuato nella scimmia, tuttavia, sembra che il sistema dei neuroni specchio raggiunga un livello di astrazione maggiore nell'uomo in quanto codifica sia le azioni transitive che intransitive, è in grado di selezionare sia il tipo di atto che la sequenza di movimenti che lo compongono e non necessita di

un'effettiva interazione con gli oggetti, attivandosi anche quando l'azione è semplicemente mimata.

Un'ulteriore esperimento di fMRI (Jacoboni et al., 2005) ha dimostrato un significativo incremento dell'attivazione della parte posteriore del giro frontale inferiore e della corteccia premotoria ventrale durante l'osservazione di azioni eseguite all'interno di un determinato contesto rispetto alle stesse azioni eseguite in un contesto diverso, dove i diversi contesti suggerivano intenzioni diverse. Questi risultati suggeriscono che il sistema dei neuroni specchio, oltre a codificare l'atto osservato, è anche in grado di interpretarne lo scopo sovraordinato o l'intenzione con cui esso è compiuto. Ciò a significare l'essenza intrinsecamente pragmatica dell'intenzione che almeno ad un livello di base, non può essere considerata come un'entità separata dagli atti motori attraverso i quali si esprime. La possibilità di afferrare in modo immediato il significato motorio dell'azione sembra allora accompagnarsi in maniera altrettanto automatica della possibilità di estrarne l'intenzione soggiacente o lo scopo distale al quale esso è diretto. Ciò risulta tuttavia possibile soltanto se le azioni osservate fanno parte del patrimonio motorio dell'osservatore.

Una serie di esperimenti di neuroimaging ha infatti dimostrato che l'intensità dell'attivazione del sistema mirror e quindi il grado di comprensione visuo-motoria, era direttamente correlata alla similitudine dell'azione osservata rispetto al repertorio motorio dell'osservatore. L'area di Broca si attiva durante l'osservazione di un uomo e di una scimmia che muovono le labbra (comunicazione verbale nel caso dell'uomo, lipsmacking nel caso della scimmia) ma non durante l'osservazione di un cane che abbaia (Buccino et al., 2004). Allo stesso modo, l'osservazione di un passo di danza determina un'attivazione del sistema mirror maggiore nei ballerini professionisti rispetto ai principianti, inoltre l'attivazione risulta ancora più intensa se il passo osservato è tipico della danza praticata, rispetto a quelli di un altro tipo di danza.

Uno studio particolarmente importante ha esaminato il problema di come e a quale fase dell'osservazione dell'azione, entri in gioco un meccanismo di inibizione che permetta di osservare l'azione senza che l'attivazione di una

sua rappresentazione motoria produca la sua automatica esecuzione (Baldissera et al., 2001). Studiando l'eccitabilità del midollo spinale attraverso la misurazione dell'ampiezza del riflesso H (H-reflex), gli autori hanno scoperto che durante l'osservazione di azioni, l'eccitazione del midollo spinale varia in maniera esattamente opposta all'eccitazione della corteccia motoria. Durante l'apertura della mano, si registra un aumento del riflesso H nei muscoli flessori della mano mentre durante la sua chiusura, l'aumento viene registrato nei muscoli estensori. L'assenza di una riproduzione automatica dell'azione osservata potrebbe dunque essere almeno in parte dovuta ad un meccanismo d'inibizione al livello spinale. I dati provenienti da questo studio trovano un particolare riscontro nei recenti tentativi di dimostrare la presenza e l'evoluzione di un sistema mirror nei neonati umani.

L'ipotesi di una presenza innata del sistema mirror deriva in larga misura dalla dimostrazione di una capacità imitative a poche ore dalla nascita del bambino (Meltzoff, Moore, 1977, 1993) e del macaco (Ferrari et al., 2006); dal momento che i compiti di imitazione risultavano attivare le medesime aree cerebrali requisite durante l'esecuzione motoria, si ritiene che l'imitazione venga mediata da un meccanismo mirror (Meltzoff e Decety, 2003). Alcuni autori (Anisfield et al., 2001) hanno tuttavia contestato la valenza dei dati riportati come prova di una capacità di imitazione precoce. Quest'abilità potrebbe invece risultare dalla presenza di un meccanismo innato di disinibizione (Innate releasing mechanism, IRM), una specie di riflesso innato che sparirebbe intorno ai due mesi di vita (Field et al., 1986), per ricomparire un anno dopo con una struttura più raffinata e complessa. Lepage e Théoret (2007) propongono invece che il comportamento imitativo dei neonati sia dovuto all'impossibilità di inibire l'esecuzione della rappresentazione motoria formatasi automaticamente durante la percezione visiva o acustica di un'azione.

Dato che molti studi hanno sottolineato la flessibilità del MNs in quanto modulabile dall'esperienza (Calvo-Merino et al., 2005), Hurford (2002) ha proposto che la natura multimodale del sistema mirror possa

risultare sia dall'esperienza derivante dall'esposizione alle azioni eseguite dagli altri che dall'apprendimento visuo-motorio.

Shimada e Hiraki (2006) hanno dimostrato la presenza di un meccanismo di risonanza motoria nei bambini di 6-7 mesi. Utilizzano un metodo di spettroscopia ad infrarossi (NIRS), gli autori hanno dimostrato che il sistema sensori-motorio dei bambini si attivava esattamente come quello degli adulti sia durante l'esecuzione che l'osservazione di azioni eseguite da altri. Diversamente dagli adulti, il sistema sensori-motorio dei bambini si attivava anche durante l'osservazione di un video che ritraeva il movimento di un oggetto inanimato. Quest'ultimo dato potrebbe essere spiegato come il risultato di una tendenza, ancora disinibita nei bambini di pochi mesi, ad "antropomorfizzare" il movimento di qualsiasi oggetti, anche di quelli non-biologici facendolo corrispondere ad un'azione simile nel proprio sistema motorio (Gallese et al., 2008). Allo stesso modo, Shimada e Hiraki hanno proposto che il cervello ancora immaturo tenderebbe a simulare automaticamente un'interazione con gli stimoli che si muovono, anche con quelli osservati attraverso uno schermo video. L'esperienza insegnando l'impossibilità di interagire con degli stimoli presentati a video, i bambini imparerebbero gradualmente a trattenersi dal trattare questo tipo di oggetti alla stregua degli altri oggetti fisici e la risposta del circuito mirror verrebbe di riflesso inibita.

Diversi studi elettrofisiologici condotti sui bambini lasciano supporre che un meccanismo che faccia corrispondere le azioni eseguite a quelle percepite sia presente, se pur in forma rudimentale, sin dalla nascita. Hirai e Hiraki (2005) hanno dimostrato come a 8 mesi di età, i circuiti neurali responsabili dell'elaborazione del movimento biologico si sono già consolidati. Mediante una griglia di elettrodi intracorticale, Fecteau e collaboratori (2004) hanno registrato l'attività EEG nei bambini di 36 mesi mentre disegnavano o osservavano un adulto disegnare. Gli autori hanno osservato una diminuzione significativa dell'onda Alpha nei siti ricoprenti le aree di rappresentazione della mano utilizzata o osservata. Un altro studio utilizzando una rete di elettrodi di superficie (Lepage, Théoret, 2006), ha registrato nei bambini di 10-12 anni, una diminuzione dell'ampiezza del

ritmo mu durante l'osservazione e l'esecuzione di un afferramento manuale. Siccome la risposta della corteccia sensori-motoria registrata nei bambini replicava esattamente quella registrata negli adulti usando la medesima metodologia, è stato proposto che una maturazione corticale completa non sia necessaria perché il sistema mirror diventi pienamente funzionale.

Questi esperimenti tendono a caratterizzare principalmente la natura multimodale della percezione e il ruolo che i circuiti mirror rivestono nella costruzione di azioni condivise. Entrambi questi due aspetti chiamano a rapporto un'idea di corporeità strettamente legata alla natura relazionale della mente e dell'intersoggettività. Anzi, la conclusione alla quale si perviene è che il corpo è di importanza cruciale nella cognizione e nella costruzione dell'interazione sociale. Il fenomeno dell'imitazione neonatale suggerisce che i neonati possono in qualche modo distinguere i movimenti del proprio corpo dai movimenti di un'altra persona, e grazie alle sensazioni propriocettive percepite durante le proprie azioni sviluppare un primitivo senso del proprio corpo come entità differenziata da altre entità nell'ambiente (Rochat, 2004); in altre parole, sviluppare una sorta di consapevolezza riflessiva di sé. Inoltre se si considera il principio formulato da Gibson secondo cui la percezione dell'ambiente è sempre anche percezione di sé in relazione all'ambiente, non è difficile comprendere quanto importante sia l'acquisizione di informazione su di sé attraverso il riconoscimento dei movimenti del proprio corpo anche in relazione all'ambiente fisico, così come attraverso le prime azioni orientate a obiettivi funzionali e le conseguenze percettive di tali azioni. La percezione transmodale rappresenta la fonte primaria dello sviluppo del rudimentale senso di sé percepito propriocettivamente. È proprio questa esperienza di familiarità, unita ai feedback propriocettivi generati dalle espressioni facciali e dai movimenti del proprio corpo, contribuisce a sviluppare quell'esperienza di sé, o in altre parole, quella rudimentale differenziazione tra sé e gli altri che costituisce un precursore necessario all'emergere delle prime forme di intersoggettività.

Conclusioni

Il corpo si situa all'interno di uno spazio fisico e sociale che definisce i propri confini attraverso meccanismi cognitivi somatosensoriali. La sorgente dinamica delle rappresentazioni corporee può essere rintracciata nei contributi provenienti dal sistema motorio attraverso quei meccanismi selettivi che permettono al sé ecologico di definire il confine dell'azione mediante la distinzione tra "interno" ed "esterno" del flusso sensoriale. Gli esperimenti descritti sono, dunque, principalmente serviti a dimostrare la natura corporea e spaziale del movimento e di quanto precocemente tale organizzazione venga veicolata sia da elementi presenti nel contesto percettivo, sia da elementi anticipati spazialmente attraverso i "sistema di riferimenti" veicolati dal proprio corpo. Queste simulazioni rafforzano, sul versante modellistico, un'interpretazione dell'orientamento spaziale come un processo fortemente dipendente dall'azione e non solamente dalla stimolazione ambientale e dalle rappresentazioni interne, le quali vengono completamente ri-declinate con un forte accento sull'azione.

L'autoriconoscimento del movimento corporeo è un elemento fondamentale per definire l'agentività del soggetto e la successiva distinzione tra sé e altro da sé. Questo ci ha portato a sostenere che la consapevolezza dell'azione non sia separabile dall'agentività e dal senso di possesso del corpo, anzi la implica profondamente. L'autoriconoscimento corporeo inteso come la capacità di riconoscere correttamente un oggetto visivo o un evento come "mio" o "me" dipende, infatti, dall'efferenza motoria e dall'agentività. Il ruolo distintivo dell'efferenza nel movimento e nell'autoriconoscimento corporeo fa pensare che i segnali efferenti centrali abbiano un potere altamente predittivo, consentendo il corretto rilevamento degli appropriati segnali efferenti che pertengono al sé, e che questi possano, pertanto essere impiegati per distinguere tra il sé e gli altri. Il ruolo distintivo dell'efferenza nell'autoriconoscimento fa pensare che i segnali efferenti centrali abbiano un potere altamente predittivo, consentendo il corretto rilevamento dei segnali motori che pertengono al sé agentivo, e che questi possano pertanto essere impiegati per distinguere tra il sé e gli altri.

Attraverso l'esamina della cosiddetta "teoria del codice comune" e della condivisione di azioni e corpi verso l'agente, abbiamo, dunque, sostenuto che queste rappresentazioni motorie sono alla base di una forma di autoconsapevolezza pre-riflessiva necessaria a garantire una prima forma di distinzione corporea da altri agenti. Ciò equivale a dire che a livello neurale l'agentività del soggetto è sempre codificata in un formato "multisoggettivo" che riguarda una forma di risonanza non mediata e, quindi, pre-riflessiva degli stati corporei qualitativi tanto nostri quanto altrui. Il sistema motorio, cioè, può essere sensibile a rappresentazioni di altri agenti qualitativamente differenti dal sé, fornendo così un'importante ampliamento della corrispondenza sé-altro del sistema specchio. Il sistema motorio e l'azione rappresentano un elemento fondamentale per la costruzione del senso della nostra identità. Riconoscere se stessi come agenti, come causa di un'azione e riconoscere, anche, che il modo in cui agiamo è inconfondibilmente nostro è basilare per la costituzione del sé agentivo e per l'idea di identità personale ad esso sottostante.

Lo studio sistematico condotto sulle aree mirror ci ha concesso di avvalorare la natura prettamente intenzionale e finalizzata del comportamento motorio. Le implicazioni teoriche sul sistema motorio che hanno nel sistema specchio l'aggancio empirico più forte per la teoria dello "schema rappresentazionale comune", comportano una presa di distanza dal modello cognitivista classico, che vorrebbe l'emergenza di una mente sostanzialmente disincarnata e solipsistica. Mettono in discussione i presupposti della tradizione filosofica che ha privilegiato una concezione simbolica e linguistica della mente e fondato l'intersoggettività su una "teoria della mente" basata, quasi esclusivamente, sulla reificazione di nozioni quali credenze e desideri; sull'idea che la vita sociale sia resa possibile solo dallo scambio di inferenze e di attribuzioni esplicite fra individui. Nel funzionamento del sistema motorio trova, viceversa, fondamento un punto di vista naturalistico e più fortemente evolucionistico che identifica attraverso il neologismo di "simulazione incarnata" una caratteristica funzionale di base del cervello dei primati, necessaria per comprendere il senso delle azioni, intenzioni ed emozioni altrui. La

necessità di aver inquadrato all'interno di questo capitolo la base pre-riflessiva di strutturazione fisica e nucleare del sé ci consente di analizzare nel capitolo successivo le fondamenta funzionali sottese alla nozione di "simulazione della mente". Questa comprensione è differente dalla modalità di *mindreading* tradizionalmente considerata, essendo per natura enattiva, ovvero radicata nella nostra stessa capacità di agire. Si tratta di capire non solo le fondamenta cognitive di uno dei concetti oggi più dibattuti all'interno delle scienze della mente, ma soprattutto è in gioco la possibilità di edificare in un'ottica continuata la natura stessa delle relazioni interpersonali.

3. La Pratica della Mente

Giro l'angolo, mi appare l'oceano e il cuore mi trabocca di felicità: si sente così libero! Poi mi viene da pensare che, oltre a contemplare quella scena, io ne sono contemplato, e non sono un oggetto a sé stante, ma parte del tutto, incorporato con il resto, con quei rossi violastri, quell'azzurro universale. Il mare laggiù, il cielo lassù cosa fanno all'interno del mio cranio? Al centro di colui che contempla deve esserci spazio per il tutto, e questo spazio-nulla non è mica un vuoto nulla, bensì un nulla riservato per ogni cosa.

Saul Bellow

In questo capitolo prenderemo in considerazione i meccanismi evolutivi della mentalizzazione. Focalizzeremo la nostra attenzione sulla “teoria della simulazione” come chiave di comprensione del nesso tra esperienza di sé e degli altri nella prospettiva di sviluppo della Teoria della Mente. Negli ultimi anni quello di simulazione è diventato uno dei concetti chiave per la ricerca sull'intersoggettività umana. Esso riveste un ruolo principale nella ricerca sulla teoria della mente e sulla percezione dell'agire altrui. In entrambi gli ambiti, il concetto di simulazione esprime, infatti, l'idea che gli individui abbiano modi non inferenziali di comprendere le sensazioni, i propositi, le emozioni e le intenzioni altrui. Nella prospettiva di questa nuova strada “intersoggettiva” ci proponiamo nella prima parte di questo capitolo di spiegare il perché il precedente approccio “intra-psichico” della scienza cognitiva classica rischia di cadere nel mito della “mente isolata”, quel mito che attribuisce all'individuo un'esistenza autonoma, separata dal mondo della natura fisica e dal mondo dei legami sociali, dipingendolo come un “io” completo in sé che si affaccia sul mondo esterno dal quale, però, resta fondamentalmente separato se non estraneo. Abbracciare un approccio motorio per l'intenzionalità consente, per la prima volta, non solo di naturalizzare fenomenologia della coscienza, ma soprattutto permette di ripensare lo sviluppo della comprensione intersoggettiva entro un quadro teoreticamente unitario e scientificamente fondato. Per tale ragione e a

conforto di tale ipotesi supportiamo la concezione “incarnata” della cognizione in un’ottica simulazionista di comprensione mentale. Presupponendo, infatti, che sia attivo sin dalla nascita un accoppiamento esperienziale sé-altro, la “teoria della simulazione” parte dal presupposto che il riconoscimento percettivo di alcuni aspetti dell’esperienza cosciente operi essenzialmente su una dimensione corporea di tipo affettivo-relazionale. Questa forma di comprensione immediata dell’altro (cioè in prima istanza non-concettuale e basata sull’espressione corporea di dimensioni mentali) da un lato sarebbe alla base dello sviluppo di forme più sofisticate di intelligenza sociale, dall’altro, in aggiunta, consentirebbe la formazione di rappresentazioni esplicite della mente altrui a sostegno di una “genuina” teoria della mente. Questa architettura cognitiva costituisce un’organizzazione di base del nostro cervello sociale ed è in grado di spiegare in modo parsimonioso aspetti apparentemente diversi delle relazioni interpersonali. In tal senso i meccanismi di “simulazione incorporata” chiamano, infatti, a rapporto l’edificazione interpersonale del sé attraverso specifiche capacità cognitive, quali l’imitazione, l’empatia e l’ascrizione di intenzioni agli altri individui. L’assunto principale che porta a parlare di simulazione ha, infatti, le sue radici teoriche nella natura “corposa” dell’esperienza, e cioè nella possibilità di considerare le esperienze intenzionali dei soggetti come sostituti primari di esperienze percettive.

3.1 Lo sviluppo riflessivo nella prospettiva della Teoria della Mente

La sopravvivenza all’interno di un gruppo sociale è intrinsecamente correlata alla capacità di comprendere e di prevedere il comportamento finalizzato degli altri. Da molti anni, gli studiosi della cognizione animale e quelli dell’età evolutiva discutono su come e quando la capacità di spiegare e predire il comportamento altrui emerga nel corso dello sviluppo nella speranza di poter integrare il discorso ontologico lungo l’evoluzione filogenetica. Dunbar (2003) propone, ad esempio, che una tale abilità

cognitiva sia comparsa nel corso dell'evoluzione filogenetica per rispondere alle pressioni esercitate da un gruppo sociale sempre più grande e complesso.

Nella vita quotidiana facciamo continue previsioni sul comportamento degli altri, attribuendo loro degli scopi, dei piani volti al conseguimento di tali scopi e delle credenze, con cui regolare il rapporto mezzi-fini. Secondo la concezione classica dell'evoluzione della cognizione sociale, primati umani si distanziano da quelli non umani nel livello di comprensione di ciò che causa un comportamento. Mentre agli esseri umani viene attribuita la capacità di ricondurre le cause di un comportamento agli stati mentali *opachi* dell'agente, l'interpretazione del comportamento da parte dei primati non umani rimarrebbe invece vincolata ai suoi aspetti concreti, fisici ed osservabili. La "Psicologia del senso comune" (*folk psychology*), assume che la condotta sia regolata da un sistema gerarchico di scopi e credenze, e che vi siano meccanismi di regolazione per i conflitti tra scopi. Gli animali umani sono quindi considerati degli efficaci "lettori della mente" (*mind reader*), interpreti delle azioni altrui in base all'attribuzione di intenzioni, credenze e desideri mentre i primati sono visti come dei più semplici "lettori del comportamento" (*behaviour readers*).

I primi a formulare il concetto di una "Teoria della Mente" (ToM) furono proprio due primatologi, Premack e Woodruff (1978), intenti a dimostrare negli scimpanzè la capacità di comprendere gli stati mentali e quindi di prevedere il comportamento umano in situazioni finalizzate ad uno scopo. Gli autori conclusero che le scimmie fossero dotate di una cosiddetta "intelligenza machiavellica" che permetteva loro di pianificare comportamenti di alleanza o d'inganno per realizzare i loro fini. I risultati non univocamente interpretabili di quei primi esperimenti furono oggetto di numerose controversie, ma tuttavia la discussione sul loro lavoro permise di effettuare un passo avanti nello studio della cognizione sociale. La "Teoria della Mente", ossia la capacità di attribuire a sé e agli altri stati mentali quali desideri, intenzioni, pensieri e credenze e di spiegare e prevedere i comportamenti sulla base di queste inferenze costituisce un'abilità cognitiva tutt'altro che triviale. Innanzi tutto, bisogna saper distinguere gli eventi

causati volontariamente da un agente animato da quelli involontari o casualmente prodotti da oggetti non animati; una distinzione che non può certamente esulare dalla capacità di discriminare determinate caratteristiche proprie ad un agente ed a una sua azione finalizzata. Implica la capacità di riflettere sui propri stati mentali ma anche di saperli riconoscere nell'altro. Infine, per calarsi nella mente altrui, bisogna riuscire ad abbandonare una prospettiva egocentrica, ossia, poter mettere momentaneamente tra parentesi i propri bisogni e conoscenze per riflettere su oggetti mentali potenzialmente divergenti dai propri. Secondo Stone e Gerrans (2006), la capacità di assumere la prospettiva altrui risulterebbe dal buon controllo delle funzioni esecutive grazie alle quali si può tenere a mente i diversi elementi dell'interazione sociale inibendo contemporaneamente la propria rappresentazione della realtà. La capacità di metarappresentazione utilizzerebbe le informazioni sulla direzione dello sguardo e dell'attenzione per costruire una rappresentazione dello stato di conoscenza dell'altro in base a ciò che ha visto o meno. In questo senso, è facile intuire come l'abilità dei bambini nel leggere la mente altrui, si sviluppi gradualmente nel corso dell'età prescolare (Jenkins e Astington, 1996).

Nel 1983, Wimmer e Perner approntarono il compito sperimentale delle False Credenze ("False Belief task"), costruito in modo da svelare nel bambino la capacità di spiegare e prevedere il comportamento degli altri in base all'attribuzione di credenze che possono anche essere false rispetto allo stato effettivo della realtà. L'attribuzione di una falsa credenza dimostra che il bambino è in grado di capire che la percezione della realtà da parte degli altri può essere diversa dalla propria e che questa può anche modulare il loro comportamento intenzionale. Una delle versioni più note e maggiormente utilizzate del test delle False Credenze è quella di Baron-Cohen, Leslie e Frith (1985). Il test si svolge sotto forma di gioco in cui ai soggetti vengono presentate due bambole: Sally che porta un cestino e Ann che porta una scatola. Sally esce dopo aver messo una biglia nel proprio cestino poi ricoperto con un panno. Ann prende la biglia dal cestino e la nasconde nella propria scatola. Quando Sally torna, l'esaminatore chiede al bambino dove avrebbe guardato per recuperare la sua biglia. Se il bambino risponde sulla

base dello stato effettivo delle cose, cioè che l'avrebbe cercata nella scatola di Ann, si può affermare che non è in grado di concepire la mente altrui come un'entità diversa dalla propria ed indipendente dai dati di realtà. Il test viene invece considerato superato se il bambino riesce ad attribuire a Sally la credenza (falsa) che la biglia sia rimasta nel suo cestino. Nelle numerose repliche di questa prova (Moses, Flavell, 1990; Perner et al., 1994) si è notato che mentre i bambini di quattro anni riescono a superare correttamente il test, la maggior parte dei bambini di tre anni non vi riesce, a prescindere dalle variazioni culturali cui i bambini sono esposti. Ne consegue che la nozione di falsa credenza è divenuta un criterio per stabilire quando i bambini sviluppino completamente una teoria della mente strutturalmente simile a quella adulta⁹⁴.

È necessario ribadire, tuttavia, che i meccanismi che portano i bambini ad identificarsi con gli altri e a poter riflettere sugli stati mentali propri ed altrui, sono oggetto di fortissima controversia tra gli studiosi dello sviluppo ontogenetico della teoria della mente. Adottando la prospettiva teorica del modularismo, ad esempio, la ToM viene considerata come una capacità cognitiva dominio-specifica che viene supportata da un particolare modulo (Fodor, 1992; Leslie, 2000; Baron-Cohen, 1995); alternativamente, può essere considerata come lo stadio finale di un processo evolutivo nel corso del quale vengono messe alla prova diverse teorie “scientifiche” che vengono eventualmente abbandonate per sceglierne di nuove più efficaci.

3.1.2 Teorie modulari

Secondo l'approccio modulare, infatti, i cambiamenti associati all'età nella comprensione della mente si spiegano con la maturazione di meccanismi responsabili di una specifica competenza (Segal, 1996), i moduli, che si attivano in determinati momenti dello sviluppo.

⁹⁴ Queste versioni della Teoria della Mente costituiscono delle varianti del *cognitivismo classico* che concepisce i processi mentali come manipolazioni di simboli informativi sulla base di regole sintattiche formali (Fodor, 1981; Pylyshyn, 1984). Il pensiero viene considerato come riducibile ad un processo computazionale, le rappresentazioni come intrinsecamente simboliche, ed il processo di attribuzione di stati mentali in termini predicativi di logica inferenziale.

Baron-Cohen (1994; 1995) e Leslie (1987; 1994; 2000), ad esempio, hanno proposto che il bambino, grazie ad una maturazione neurologica, acquisisce una serie di meccanismi modulari dominio-specifici che elaborano le informazioni nel campo della comprensione sociale. Leslie (1994) propone l'acquisizione differita di tre meccanismi modulari dominio specifici: intorno a 3-4 mesi emerge un meccanismo che permette l'elaborazione (conscia) delle informazioni sensoriali: il "*Theory of Body Mechanism*" (ToBY); a 6-8 mesi compare il "*Theory of Mind Mechanism*" (ToMM) grazie al quale vengono identificate le azioni intenzionali compiute da agenti su oggetti e che quindi risulta implicato nelle situazioni di attenzione condivisa. Intorno ai due anni compare il ToMM, responsabile dei processi meta-rappresentazionali e dotato di un meccanismo di "sdoppiamento" in grado di generare un contesto meta-rappresentazionale svincolato dalle normali relazioni con la realtà e qualitativamente differente rispetto a quello della rappresentazione primaria, che consente di rappresentarsi le cose come sono realmente. Questo meccanismo che permette al bambino di pensare contemporaneamente su due livelli rappresentazionali diversi, risulta essere alla base dell'emergenza del gioco simbolico o di finzione considerato come il precursore della teoria della mente. La capacità di rappresentare una realtà diversa da quella percepita costituisce, infatti, l'elemento comune al gioco simbolico e alla teoria della mente⁹⁵. Questo meccanismo tuttavia non costituisce ancora una teoria della mente matura, perché secondo Leslie, prima dei quattro anni il bambino non è in grado di attribuire un potere causale agli stati mentali, ovvero di capire che il comportamento di una determinata persona sia strettamente connesso alle sue credenze, desideri o intenzioni.

Baron-Cohen (1995) propone un'architettura modulare in cui la direzione dello sguardo è considerata la base della comprensione delle intenzioni. Il modulo della teoria della mente vero e proprio (ToMM) è concepito come integrazione di altri moduli evolutivamente precedenti.

⁹⁵ Nel giocare a "far finta", ad esempio, un oggetto viene impiegato per rappresentarne uno diverso, ad esso vengono attribuite proprietà diverse da quelle effettivamente possedute e in tal modo può essere evocato anche un oggetto assente.

Entro i primi 9 mesi di vita, la direzione dello sguardo dell'altro viene rilevata dall'*Eye-Direction Detector* (EDD) mentre l'intenzionalità (scopi e desideri) dell'azione viene discriminata grazie all'*Intentionality Detector* (ID); entrambi i moduli producono rappresentazioni della relazione tra il soggetto e l'oggetto. Il meccanismo dell'attenzione condivisa (*Shared Attention Mechanism* o SAM) compare tra i 9 e i 18 mesi e consente di rappresentare le relazioni triadiche che coinvolgono contemporaneamente il sé agente, un altro agente e un oggetto, verificando che l'attenzione del sé e dell'altro agente sia diretta verso lo stesso oggetto. I comportamenti di attenzione condivisa includono lo sguardo referenziale e gesti quali il dare, il mostrare e l'indicare col dito. L'autore descrive due diversi usi del gesto di indicare: l'indicare proto-imperativo e l'indicare proto-dichiarativo. Il primo tipo è definito come l'indicare al fine di ottenere un oggetto per mezzo di qualcuno, e non tiene conto degli stati mentali degli altri, comportando soltanto l'agire per indurre l'altro a procurare un oggetto. Il secondo tipo viene invece definito come l'indicare al fine di condividere con qualcuno commenti sulla realtà esterna; esso implica il prendere in considerazione gli stati mentali dell'altro poiché comporta l'agire per indurre l'altro a prestare attenzione o a commentare su un oggetto, piuttosto che ottenerlo, e il rappresentarsi l'altro come un essere capace di "contemplazione" piuttosto che di "azione".

Per i teorici modularisti lo sviluppo di un concetto non può essere spiegato attraverso un processo deduttivo o induttivo, ma deve esistere *ab initio*. Ciò che si sviluppa nell'individuo è la capacità di utilizzarli; il modulo della teoria della mente pertanto vincola lo sviluppo in modo preciso, la teoria non può essere modificata dall'esperienza e l'acquisizione di una teoria della mente è considerata una conquista umana universale. La teoria non viene acquisita mediante un processo, ma è innata ed emerge con la maturazione (Fodor, 1983; 1992; Leslie e Roth, 1993; Leslie, 1994). Per questi autori, così come per i teorici dell'approccio *theory-theory*, il termine "teoria" ha un significato forte, in quanto considerano i concetti infantili relativi agli stati mentali come entità astratte organizzate secondo leggi

causali che possono essere usate per interpretare un'ampia gamma di evidenze.

3.1.3 Il bambino come scienziato

In contrasto con la posizione modularista, alcuni autori ritengono che la teoria della mente si sviluppi nel bambino similmente a una teoria scientifica, suggerendo la metafora del bambino come “piccolo scienziato”, in quanto entrambi costruiscono entità di natura teorica, che servono loro per spiegare e predire eventi osservabili (Gopnik, Meltzoff, 1997; Gopnik e Wellman, 1994; Gopnik, 2003).

Questa prospettiva si situa all'interno di una posizione generale che considera lo sviluppo cognitivo in termini di costruzione e cambiamento di una “teoria” (Karmiloff-Smith, 1988; Keil, 1989). Secondo questa posizione teorica i concetti infantili degli stati mentali sono considerati principi teorici astratti e non osservabili, entità teoriche usate per spiegare e prevedere il comportamento umano e le interazioni tra persone. La teoria non è statica, ma pronta a essere falsificata dall'esperienza, sostituita con un'altra (Gopnik e Wellman, 1994), o ampliata per far fronte ai nuovi dati dell'esperienza (Perner, 1991). Da questi presupposti deriva la posizione di alcuni autori che, rifacendosi a questo approccio ipotizzano una sequenza dello sviluppo della teoria della mente nei bambini che comprende tre passaggi (Bartsch, Wellman, 1995): il bambino acquisisce a 2 anni una “psicologia del desiderio”, che include concezioni elementari di desideri, percezioni e attenzione; a 3 anni parla di desideri e credenze, e intuisce che le credenze possono differire fra le persone e possono essere non attendibili (“psicologia del desiderio-credenza”); a 4 anni capisce che desideri e credenze determinano il comportamento umano e che il pensiero è una rappresentazione mentale (“psicologia della credenza-desiderio”). Dunque, la comprensione dei desideri precede quella delle credenze; nel costruirsi una teoria della mente, il bambino deve comprendere che i desideri e le credenze sono dimensioni mentali, cioè che, pur riferendosi a oggetti esterni, si differenziano da essi in quanto entità non reali e soggettive. I 4 anni di età, con il passaggio da una teoria situazionalista a una teoria

rappresentazionale della mente, vengono considerati quindi lo snodo critico per la costruzione di una teoria della mente (Marchetti, 1995).

3.2 Mentalizzazione e sviluppo del sé: due modelli teorici a confronto

Molta parte della discussione sulla natura della cognizione sociale ha avuto luogo all'interno del dibattito sulla cosiddetta "Teoria della Mente"⁹⁶. Come abbiamo appena visto l'espressione teoria della mente viene generalmente utilizzata come abbreviazione per la nostra capacità di attribuire stati mentali a noi stessi e agli altri e per interpretare, predire e spiegare il comportamento in termini di stati mentali quali intenzioni, credenze e desideri (Meini, 2007; Marraffa, Paternoster, 2011). Anche se in origine si assumeva che fossero il possesso e l'uso di una teoria a fornire all'individuo la capacità di attribuire stati mentali, il dibattito contemporaneo si è diviso e generalmente è considerato una disputa tra due concezioni: da un lato troviamo la cosiddetta "teoria della teoria"; dall'altro la "teoria della simulazione" (Goldman, 1989; 1992; 2000; Gordon, 1986; 1992; 1995; Herris, 1995; Heal, 1994, 1996).

La teoria della teoria (TT) è così chiamata perché sostiene che la nostra comprensione degli altri si basa sull'adozione di un atteggiamento teorico: essa richiede l'appello ad una particolare teoria, cioè la "psicologia del senso comune", che ci offre la spiegazione in termini di senso comune

⁹⁶ La metacognizione indica un tipo di autoriflessività sul fenomeno cognitivo, attuabile grazie alla possibilità di distanziarsi, auto-osservare e riflettere sui propri stati mentali. L'attività metacognitiva ci permette, tra l'altro, di controllare i nostri pensieri, e quindi anche di conoscere e dirigere i nostri processi di apprendimento. Come accennato, in termini epistemologici, una "teoria della mente" è un paradigma esplicativo della struttura e dei processi funzionali della mente umana, intesa come entità funzionale autonoma. Al variare delle epoche e dei paradigmi filosofici, culturali, scientifici e storico-psicologici di riferimento, sono variate le ipotesi e le modellizzazioni diffuse "su cosa fosse e come funzionasse la mente". In termini cognitivi, è la fondamentale capacità umana di comprendere e riflettere sul proprio e l'altrui stato mentale, e sulle proprie ed altrui percezioni, riuscendo così a prevedere il proprio come l'altrui comportamento. È questo il significato che viene sviluppato nell'ambito degli studi metacognitivi. Se una coerente teoria della mente non si forma adeguatamente nel bambino, possono svilupparsi deficit e patologie molto serie: molti studiosi ad esempio ritengono che l'autismo possa collegarsi ad un deficit in termini di costruzione e rappresentazione interna della propria teoria della mente. Per verificare la comparsa di una coerente teoria della mente è, dunque, possibile effettuare alcuni test psicologici, come quello appunto della "falsa credenza".

della ragione per la quale le persone fanno quello che fanno⁹⁷. La teoria della simulazione (ST), al contrario, è la nipote dell'argomento dell'analogia (Gordon, Cruz, 2003). Essa sostiene che la nostra comprensione dell'altro è basata su un'autosimulazione delle sue credenze, dei suoi desideri e delle sue emozioni. Mi metto nei suoi panni e mi chiedo che cosa sentirei e proverei, e quindi proietto su di lui i risultati ottenuti. Secondo tale approccio, dunque, non abbiamo bisogno di una teoria o della psicologia del senso comune, poiché abbiamo la nostra mente da usare come modello del mondo in cui la mente dell'altro deve essere.

Questa divisione netta, tuttavia, è un'ipersemplificazione, non solo perché esistono alcune teorie ibride che combinano la TT con la ST, ma anche perché nessuna delle due posizioni principali è monolitica da un punto di vista teorico. I teorici della teoria sono fondamentalmente divisi sul tema della natura della teoria in questione: è innata o modulare (Carruthers, Baron-Choen), oppure è acquisita alla stessa maniera in cui si acquisiscono le teorie scientifiche (Gopnik, Wellman). Quanto ai simulazionisti, alcuni sostengono che la simulazione in questione comporta l'esercizio dell'immaginazione cosciente e dell'inferenza deliberativa (Goldman), altri insistono, invece, nel dire che la simulazione, ancorché esplicita, possa anche avere natura inferenziale (Gordon), e infine vi sono autori che pensano che la simulazione non sia esplicita e cosciente, bensì implicita e subpersonale (Gallese).

In generale, comunque, la TT pensa che comprendere la creature dotate di mente (che si tratti di noi stessi o degli altri) è un'operazione di natura teorica, inferenziale e quasi scientifica. L'attribuzione di stati mentali è vista come un'inferenza alla migliore spiegazione e predizione dei dati comportamentali, e si sostiene che gli stati mentali sono entità inosservabili e postulate teoricamente. Di conseguenza si nega che si possa avere una

⁹⁷ Con il termine di "psicologia del senso comune" o "psicologia ingenua" si è soliti intendere la tendenza all'interpretazione mentalistica dei comportamenti, cioè la capacità di anticipare e spiegare i comportamenti delle persone attraverso l'attribuzione di stati mentali. Questi ultimi sono tradizionalmente suddivisi in due categorie, gli stati fenomenici o qualitativi, e gli stati intenzionali. Non si tratta, tuttavia, di categorie mutualmente esclusive: in diversi casi uno stesso stato mentale ha verosimilmente tanto un aspetto intenzionale quanto uno qualitativo.

qualche esperienza diretta di questi stati. Quando i sostenitori della TT affermano che l'attribuzione di stati mentali è mediata teoricamente, tuttavia, hanno in mente qualcosa di più radicale. L'idea è fondamentalmente che l'impiego della teoria ci permette di trascendere ciò che è dato nell'esperienza:

Uno dei poteri più importanti della mente umana è la capacità di pensare e concepire se stessa e le altre menti. Poiché gli stati mentali degli altri (e anche in nostri, infatti) sono completamente nascosti ai sensi, possono solo essere inferiti (Leslie, 1987, p. 139).

Gli esseri umani normali di ogni latitudine non solo dipingono di colore il mondo, ma dipingono anche le credenze, le intenzioni, i sentimenti, le speranze, i desideri, e le simulazioni sugli agenti del loro mondo sociale. Lo fanno anche se nessun essere umano ha mai visto un pensiero, una credenza o un'intenzione (Tooby, Cosmides, in Baron-Choen, 1995, p. 12).

Si noti, quindi, che la TT difende una duplice tesi: non solo sostiene che la nostra comprensione degli altri così come di noi stessi è di natura inferenziale, ma argomenta anche che la nostra esperienza è teoricamente mediata. Dopotutto, l'idea di base che qualsiasi riferimento agli stati mentali comporta un atteggiamento teorico, e che quindi coinvolge l'applicazione di una teoria della mente.

Mentre la TT sostiene che la nostra comprensione degli altri impiega dei processi intellettuali e linguistici, muovendosi per via inferenziale da una credenza a un'altra, la ST sostiene che per comprendere gli altri sfruttiamo innanzitutto le nostre risorse motivazionali ed emotive. In opposizione ai teorici della teoria, i simulazionisti, quindi, negherebbero che ciò che sta alle radici delle nostre capacità di mentalizzare, cioè di leggere la mente degli altri, sia una forma di teoria. Non possediamo alcuna teoria del genere, o perlomeno nessuna che sia abbastanza completa da far sì che tutte le nostre competenze siano sostenute da nozioni psicologiche. Fin qui le varie versioni della simulazione sono tutte d'accordo. Tuttavia quando si arriva a dover fornire un resoconto maggiormente concreto di ciò in cui l'alternativa simulazione consiste, le opinioni divergono. Ci concentreremo sulla visione di Alvin Goldman, dato che è quella che in maniera meno equivocabile si basa su, e fa riferimento a, un'attività che merita il nome di "simulazione".

3.3 La teoria della simulazione secondo Alvin Goldman

Seguendo la considerazione proposta da Goldman (2006; 2008) in merito alla riflessività di una mente cosciente, la nostra comprensione sugli stati mentali degli altri sarebbe primariamente fondata sull'accesso introspettivo che abbiamo alle nostre menti: la nostra capacità di autoascrizione precederebbe, cioè, la capacità di iscrizione degli altri. Quest'ultimo processo avviene mediante una forma di "introspezione simulativa" che consentirebbe di calarsi "nei panni dell'altro" con lo scopo di predire e poi di attribuire (sulla base di quanto osservato) il risultato della mia attività.

Ma che tipo di significato è necessario concedere al termine "calarsi nei panni dell'altro"? In che senso è possibile "simulare" l'atteggiamento di qualcuno per comprenderne stati ed espressioni comportamentali? La versione "moderata" di Goldman risponde a queste due domande facendo ricorso a processi simulativi attraverso un più generale ragionamento abduttivo, all'interno del quale emerge il ruolo svolto dalle proprietà qualitative legate all'*effetto* che può fare l'immaginarsi in un certo tipo di stato. A partire dalla formazione di un "codice introspettivo" personale, il soggetto procede verso la comprensione degli altrui stati mentali attribuendo genuini concetti intenzionali prima a se stesso, per poi trasferirli in un secondo momento alla persona osservata. Questi processi hanno a che fare con la percezione diretta della intenzioni dell'altra persona: la tesi richiede che concepiamo la percezione come un fenomeno enattivo e temporale, e quindi come tale da chiamare in causa i processi motori.

I processi di risonanza neurale che sottendono la simulazione dell'azione portano esattamente a parlare di simulazione mentale. In questo caso il processo di simulazione comporta un procedimento comprensivo di diversi passaggi. In primo luogo percepiamo un certo comportamento: questo è immediatamente seguito dall'attivazione delle rappresentazioni condivise; immediatamente a ciò segue la determinazione dell'agenzia (cioè la specificazione di chi compie l'azione). Nel contesto di TS risulta particolarmente importante lo sviluppo di capacità di elaborazione cognitiva

non consapevole (*off-line*), attraverso le quali dar luogo a processi di simulazione che mettano in grado di valutare prospettive diverse, senza per questo perdere la centralità del riferimento al proprio punto di vista “in prima persona”. Ciò significa che noi comprendiamo implicitamente le azioni, le intenzioni e le emozioni altrui utilizzando la simulazione correlata all’attivazione dei neuroni motori e visceromotori che sottendono la nostra esperienza in prima persona di azioni ed emozioni. Per esempio, mappo il disgusto altrui sui correlati visceromotori che si attivano quando sono io a provare disgusto. Ciò vale anche per l’espressione del dolore altrui, che innesca quella matrice di circuiti nervosi che si attivano quando sono io a provare dolore. In ognuno di questi tre diversi tipi di relazione ci confrontiamo con oggetti apparentemente diversi (rispettivamente, azioni, emozioni e sensazioni, pensieri) cui replichiamo con diverse modalità di interazione.

All’interno di questo quadro teorico la posizione di Goldman è un tipico esempio di simulazione moderata. Il “modello introspettivo” di attribuzione intenzionale, di cui Goldman è il principale portavoce è, infatti, in parte debitore a un’idea della mente di tipo rappresentazionalista. Tanto è vero che Goldman a partire dal libro pubblicato nel 2006, *“Simulating Minds: The Philosophy, Psychology and Neuroscience of Mindreading”*, inizia ad operare una distinzione di livelli per meglio spiegare lo statuto percettivo nel quale consisterebbe la “simulazione incarnata” di cui si fa portavoce il suo modello. Il “codice introspettivo” elaborato dall’autore prevede, infatti, una simulazione di basso livello che consentirebbe un approccio interpersonale nei termini di un meccanismo di rispecchiamento; e una simulazione di livello superiore, immaginativa e rappresentazionalista che non esclude comunque una componente di tipo teoretico. L’utilizzo dell’aggettivo “incarnato” indica, d’altro canto, proprio l’isomorfismo rappresentazionale su cui poggiano i meccanismi di risonanza motoria e interpersonale. Tuttavia il termine “rappresentazione” viene, però, impiegato in una accezione molto diversa da quella utilizzata dal cognitivismo classico, poiché prescinde da una codifica di tipo modulare e linguistico.

Ma procediamo con ordine. Innanzitutto Goldman, sostiene che la comprensione degli altri ha radici nell'abilità di proiettarsi attraverso l'immaginazione percettivo-motoria nella situazione del nostro ipotetico interlocutore. Nella letteratura sulla "cognizione incarnata" si parla, infatti, comunemente di "immaginazione senso-motoria" per riferirsi a processi di attivazione sensori-motoria che tuttavia non danno luogo (almeno, non necessariamente) alla formazione di "immagini mentali" in senso standard, cioè di immagini coscienti, cioè rappresentazioni a contenuto principalmente inferenziale e linguistico. In questo senso c'è un continuum tra il concetto di "immaginazione motoria" e quello di "simulazione" e si comprende la tentazione di parlare di immaginazione "inconscia" o meglio definita come sub-personale. Per queste sue caratteristiche spesso viene definita come simulazione *offline* (Meini, 2007) poiché indica un'attivazione automatica e sub-personale di una serie di meccanismi neurali innescata dall'osservazione del comportamento altrui. Nel modello della simulazione, infatti, il pensiero consisterebbe in una serie di interazioni simulate con l'ambiente che fanno leva su tre assunti di base (Hesslow, 1994):

1. *Simulazione dell'azione*: si attivano le strutture motorie del cervello senza che vi siano movimenti manifesti.
2. *Simulazione della percezione*: immaginare di percepire qualcosa equivale alla percezione reale, tranne il fatto che l'attività percepita è generata dal cervello stesso piuttosto che da stimoli esterni.
3. *Anticipazione*: esistono meccanismi associativi che consentono all'attività percettiva e comportamentale di elicitare altre aree sensoriali.

Queste tre nozioni di simulazione non differiscono nella natura quanto nel grado considerando che condividono lo stesso processo neurale di base. In questo senso il livello automatico e il livello conscio non sono indipendenti l'uno dall'altro ma rappresentano differenti aspetti di un processo comune. Tale forma di "immaginazione ricreativa" (Goldman, 2009) permetterebbe, in sintesi, di pianificare il corso di un'azione e di lavorare su questa senza

effettuarla realmente. I processi simulativi in questo caso sono paragonabili ad altri processi mentali ipotizzati nel contesto di teorie note e influenti, come la teoria dei modelli mentali di Johnson-Laird (1983), o la teoria della *visual imagery* di Kosslyn (1980; 1988). La parentela tra la teoria simulativa e queste teorie è assai stretta, e istituire questo confronto è assai istruttivo ai fini di caratterizzare la teoria simulativa nonché di meglio collocarla nello sviluppo delle scienze cognitive. Difatti potremo caratterizzare in modo più pertinente il concetto di simulazione come una sorta di “ancoraggio interpersonale” che prende a rafforzarsi tra le proprietà percettive del sé agente e l’immaginazione sensomotoria così intesa. È l’immaginare il proprio corpo che si dispone a quel gesto, ma non dall’esterno, cioè come se guardassi me stesso nell’immaginazione, bensì, per così dire, dall’interno, immaginarsi fare quel gesto (Jeannerod, 1994). Se per esempio sono testimone di un’aggressione perpetrata, poniamo, ai danni di un immigrato, sarei in grado di comprendere lo stato mentale dell’immigrato e quindi di predire il suo comportamento successivo, per mezzo della seguente procedura: attraverso la simulazione mi metterai grazie all’immaginazione nella sua situazione, immaginerei come mi sentirei e reagirei in circostanze simili, e sulla base di un’analogia, attribuirei o proietterei stati mentali sulla persona che sto simulando. Ecco la descrizione che Goldman dà del suddetto processo:

Prima di tutto, l’attributore crea in se stesso degli stati fittizi con lo scopo di corrispondere a quelli di colui che vuole comprendere. In altre parole, l’attributore, tenta di mettersi nei “panni mentali” della persona di riferimento. Il secondo passo è di nutrire di questi stati fittizi iniziali (le credenze) qualche meccanismo della psicologia dell’attributore stesso e consentire che tale meccanismo operi sugli stati fittizi così da generare uno più stati (per esempio, decisioni). Terzo l’attributore assegna alla persona lo stato generato. (ivi, pp. 80-81).

Nel predire il comportamento altrui mettiamo in atto il seguente processo: 1) osserviamo (più in generale percepiamo) il comportamento dell’agente A e quando la percezione diretta è impossibile immaginiamo di percepire il comportamento di A; 2) adottiamo noi stessi il punto di vista di A; 3) Partendo da tale prospettiva osserviamo ciò che accade nella nostra interiorità scoprendo cosa faremo al posto di A sia C il comportamento che

ne deriva; 4) attribuiamo *C* ad *A*: *A* agirà come noi faremmo in una situazione analoga. Quando, dunque, simuliamo il comportamento di un agente possiamo predirne l'esito in modo apparentemente automatico riproducendo, nella simulazione un'analogia di stato senza avere (in senso assoluto) nessun accesso o almeno non a livello conscio. Osservare "ciò che accade nella nostra interiorità" o "mettersi nei panni dell'altro", infatti, significa riconoscere in noi stessi l'occorrenza di quegli stati mentali che potrebbero aver mosso il comportamento della persona che abbiamo di fronte.

La natura della conoscenza di sé, intesa come conoscenza dei propri stati mentali, rappresenta, dunque, il vero cardine della teoria di Goldman quasi o del tutto fondata sul sistema di presa delle decisioni nella modalità di funzionamento *off-line*. Secondo l'autore, ciascuno di noi conosce i propri stati mentali prevalentemente attraverso un processo di tipo quasi-percettivo che non richiede l'intervento di una mediazione concettuale. La rappresentazione percettiva della modificazione dei propri stati corporei interni in concomitanza con un evento mentale diventa ora la principale fonte di attivazione del processo quasi-percettivo che permette il riconoscimento dei propri e altrui stati mentali⁹⁸. L'idea della percezione come una sorta di codifica strutturale a partire da primitivi percettivi è generalizzabile alla percezione della propria mente. Invece di guardarci fuori ci "guardiamo dentro", e riconosciamo, a partire dalle qualità e dalle proprietà neurali associate allo stato stesso, l'occorrenza di uno stato mentale determinando le sue parti costitutive e la loro relazione reciproca⁹⁹.

⁹⁸ Nelle sue teorie attuali occorre riconoscere che Goldman riduce l'importanza dell'elemento qualitativo per il riconoscimento degli stati mentali, affermando la centralità delle proprietà neurali. Nel 1993 Goldman sosteneva che il riconoscimento dei propri stati mentali occorrenti assume in input le proprietà fenomeniche, qualitative, l'effetto che fa avere un certo tipo di stato. Il vedere qualcosa di rosso mi fa un certo effetto, e questo effetto serve a riconoscere l'occorrenza del mio stato percettivo. Secondo, l'autore, infatti, anche gli stati di credenze possono essere riconosciuti a partire dall'effetto che fanno. Oggi l'autore fa primariamente appello ad un codice introspettivo, che se pur non dimentica le sue proprietà qualitative e fenomeniche le fonda, principalmente, in meccanismi funzionali di risonanza empatica, cioè neurale e senso-motoria.

⁹⁹ Contro quanti negano che la propria interiorità mentale possa essere oggetto di percezione, Goldman fa esplicito riferimento ai modelli computazionali della percezione, in particolare alle teorie di Marr e Biederman (1982; 1987). Secondo questi approcci, che pur avendo indagato la percezione visiva sono in linea di principio generalizzabili ad altre

Da ciò segue che tutti i livelli interazione sociale usati per caratterizzare le facoltà cognitive dei singoli individui devono intersecarsi o sovrapporsi per garantire lo sviluppo di un mutuo riconoscimento e di una mutua intelligibilità. Goldman individua tre possibili dimensioni che, riconosciute e determinate nella loro relazione reciproca, potrebbero costituire i mattoni del riconoscimento dei propri stati mentali. Si tratta della dimensione doxastica, valutativa e della dimensione corporea: tre forme di rappresentazioni codificate sempre in prima persona e che (almeno tendenzialmente) non richiedono il possesso di una conoscenza inferenziale della mente¹⁰⁰. Utilizziamo la nostra capacità di simulazione interna attraverso tre step principali: 1) utilizziamo il nostro sistema di pianificazione delle azioni (in modalità *off-line*); 2) attribuiamo genuini concetti intenzionali a noi stessi per trasferirli successivamente alla persona interpretata (priorità dell'interpretazione psicologica alla prima persona); 3) tale attribuzione alla prima persona tipicamente non chiama in causa una teoria della mente, ma si fonda su una procedura di riconoscimento di tipo quasi-percettivo. In tal senso, la simulazione diventa essenziale nel ragionamento sul contenuto degli stati mentali, poiché senza l'ausilio della simulazione tale processo inferenziale apparirebbe inutilmente complesso, dovendo prendere in considerazione rappresentazioni annidate. La plausibilità della teoria di Goldman dipende molto, infatti, dall'accettare quest'ultima ipotesi, relativa alla possibilità di percepire il sé a partire dalla sua dimensione ecologica e pre-riflessiva. L'autore ha cura di precisare la sua posizione relativamente alle caratteristiche dell'attribuzione psicologica alla prima persona, nell'intento di offrire un quadro più chiaro dell'origine della conoscenza di se stessi, o più precisamente dei propri stati mentali occorrenti.

modalità sensoriali, riconosciamo un oggetto quando troviamo un esemplare che coincide con l'ipotesi costruita dai processi percettivi.

¹⁰⁰ Il codice introspettivo è, cioè, tendenzialmente privilegiato ma non è detto che sia l'unico. Talvolta, riconosce l'autore, ribadendo la natura ibrida della sua teoria della simulazione, gli stati mentali sono riconosciuti attraverso un processo inferenziale, a partire dalle relazioni causali e funzionali tipiche della teoria della mente.

La teoria simulativa di comprensione della mente è indubbiamente in sintonia col quadro teorico dell'embodiment e sembrano suggerire che, quando immagino di fare, in qualche misura faccio davvero. Nel concetto di simulazione c'è, infatti, in gioco l'idea di una maggior "vicinanza" tra ciò che replica e ciò che viene replicato attraverso l'immaginazione percettiva. Il modello di Goldman, concepisce la ToM, come il risultato di una routine di simulazioni incarnate per mezzo delle quali possiamo porci nei "panni mentali" degli altri e usare la nostra impalcatura di risonanza senso-motoria per comprendere la mente altrui (Gordon, 1986; Harris, 1989; Goldman, 1989, 1992, 1993, 2000). Ogni volta che ci troviamo di fronte al comportamento altrui, e tale comportamento richiede una risposta da parte nostra, sia essa reattiva o semplicemente attentiva, quasi mai ci troviamo coinvolti in un processo di esplicita e automatica deliberazione come precedentemente richiesto della teorie modulari della mente. Nella maggioranza dei casi la nostra comprensione è casomai automatica e immediata, e dipende strettamente da processi di risonanza corporea. Il comportamento osservato costituisce il punto di partenza della nostra comprensione e chiama in causa processi di "rispecchiamento intersoggettivo" ed empatico. Quando cerchiamo di comprendere il significato dei comportamenti altrui il nostro cervello crea modelli di comportamento altrui allo stesso modo in cui crea modelli del nostro comportamento. Il risultato finale di questo processo di modellizzazione ci consente di comprendere e predire le conseguenze dell'agire dell'altro attraverso un "codice introspettivo" che è in primis mappato sui nostri stati mentali. In tal senso la simulazione incarnata ci consente di costituire un bagaglio comune di certezze implicite su noi stessi e contemporaneamente sugli altri a partire dai medesimi meccanismi funzionali. Nel prossimo paragrafo, mostreremo come questo sia un meccanismo cerebrale di base intimamente legato agli aspetti apparentemente più astratti delle nostre facoltà cognitive.

3.3.2 Tra azione e simulazione: l'*imagery* motoria

Il termine simulazione ha fondamentalmente due differenti accezioni:

1. Descrivere azioni intraprese con l'intento di ingannare gli altri.
2. Connota il tentativo di imitare le caratteristiche di un processo o situazione, impiegando mezzi o strategie analoghe, col fine di comprenderlo meglio.

È la seconda accezione del termine quella che richiama a processi *offline* di modellizzazioni di eventi o di circostanze, volta ad una loro comprensione, per così dire, dall' "interno". In tal senso il termine simulazione è utilizzato per connotare un meccanismo implicito di modellizzazione epistemica della conoscenza, di oggetti e di eventi che il sistema organismo controlla nel corso della costante interazione con essi. La simulazione può essere considerata, infatti, come un meccanismo funzionale di controllo, la cui funzione è quella di modellare gli oggetti di conoscenza del processo di controllo. Secondo un autorevole modello di controllo motorio, infatti, la simulazione è considerata come il meccanismo impiegato dai modelli proiettivi anticipatori (*forwards model*) per predire le conseguenze sensoriali delle azioni prima che queste siano intraprese. Il processo di simulazione consente, così, di produrre delle conseguenze simulate che divengono "predizioni" (Wolpert et al., 2001). Uno dei requisiti più importanti della percezione è rappresentato dalla capacità di predire gli eventi sensoriali futuri. Allo stesso modo ogni azione intrapresa implica la capacità di predirne le conseguenze. Entrambi i tipi di predizione sono il risultato di un processo automatico e inconscio di simulazione che dipendono dall'attivazione di specifiche ragioni sensori-motorie del cervello. È in tal senso che il concetto di simulazione trova il suo "antecedente fisico" ma anche sperimentale negli studi sull'*imagery* motoria. Parlare di "imagery" motoria non riguarda, infatti, semplicemente il mondo che ci circonda, ma coinvolge quelle proprietà più anatomiche e

nucleari del sé che includono una rappresentazione di noi stessi (Jeannerod, Decety, 1995).

Studi recenti indicano che l'*imagery* motoria consiste in una sorta di attivazione subliminale del sistema motorio (Decety, Jeannerod, 1996). In sintesi, il processo immaginativo comporta una particolare forma di rappresentazione della realtà, che produce ed elabora un oggetto di conoscenza senza che gli stimoli relativi ad esso siano effettivamente presenti nel sistema senso-percettivo. Inoltre se in base alla definizione classica l'immaginazione simulativa del sistema motoria fa riferimento ad una rappresentazione consapevole ed esplicita di un'azione, la visione più recente allarga questa nozione e include nel concetto anche aspetti impliciti e non consapevoli. Si tratta di un tipo particolare di immaginazione mentale coinvolto in una varietà di comportamenti e processi: nel produrre movimenti ma anche nell'immaginare azioni, nell'imparare mentre si osserva, nel comprendere il comportamento altrui e nel riconoscere artefatti immaginando la loro possibile funzione. Ad esempio, il tempo impiegato per scrutare attivamente con gli occhi una scena visiva coincide con quello impiegato per limitarsi ad immaginarla (Kosslyn et al., 1978). Una serie di studi di brain imaging, ad esempio, hanno dimostrato che quando immaginiamo una scena visiva attiviamo regioni del nostro cervello che sono normalmente attive durante la reale percezione della stessa scena (Farah, 1989; Kosslyn et al., 1993; Kosslyn, 1994), comprese aree corticali che sono coinvolte nelle analisi delle caratteristiche elementari dello stimolo visivo, come la corteccia visiva primaria. In questo senso la funzione dell'*imagery* motoria è un classico esempio di simulazione della mente, anzi sotto molti aspetti è possibile parlare di simulazione quasi esclusivamente in virtù dei processi cognitivi sottostanti alle funzioni di *imagery* motoria. Bruner (1988) sottolinea, ad esempio, l'emergere sequenziale di tre modi di rappresentazione: motoria (*enactive*), iconica (*imagery*) e simbolica (verbale). Dallo schema dell'azione si passa allo schema spaziale e all'immagine, che si ferma però alla "superficie delle cose", cioè agli aspetti sensoriali degli oggetti, e poi agli aspetti invarianti, astratti, simbolici della realtà. Anche Piaget e Inhelder (1966) condividono in parte questa

distinzione tra rappresentazioni immaginative e rappresentazioni verbali in termini di concreto/astratto, ma sottolineano come l'immagine sia essenziale per rappresentare la realtà in termini simbolici: essa forma infatti la base degli schemi mentali su cui si fonda l'intero processo di costruzione della conoscenza, dalle forme più semplici a quelle più complesse di simbolizzazione. Le immagini codificate dagli stimoli esterni vengono 'assimilate' e integrate negli schemi esistenti, ma al tempo stesso le discrepanze tra i nuovi stimoli e gli schemi pregressi vengono risolte creando nuove immagini e nuovi schemi "accomodati" basandosi su di esse. Dal punto di vista evolutivo, l'immaginazione appare in una prima fase all'età di 18-24 mesi, mentre il secondo decisivo momento è lo stabilirsi delle immagini anticipatorie (6-7 anni) che consentono la ricostruzione di processi dinamici e la previsione delle conseguenze degli atti motori. Il "non qui e non ora" (presupposto per il pensiero astratto) si basa anche sulla capacità di visualizzare realtà non presenti (visualizzazione anticipatoria nei termini di Piaget e Inhelder).

L'immaginazione ha una valenza simulativa che può riprodurre o anticipare percezioni della realtà esterna, in rapporto allo sviluppo delle attività operatorie. La simulazione mentale di un esercizio fisico, ad esempio, induce un incremento della forza muscolare che è paragonabile a quello ottenuto col reale esercizio fisico. Quando immaginiamo di compiere una data azione vari parametri fisiologici corporei si comportano come se noi stessimo effettivamente eseguendo quella stessa azione (Decety, 1996). Come nel caso dell'immaginazione visiva, infatti, anche l'immaginazione motoria condivide diverse caratteristiche con la propria controparte attiva nel mondo reale. Studi di brain imaging, hanno, difatti, dimostrato che sia l'immaginazione di esercizi fisici che la loro reale esecuzione attivano una rete di centri corticali e sottocorticali comprendente la corteccia motoria primaria, l'area motoria supplementare, la corteccia premotoria, i gangli della base, ed il cervelletto (Roland et al., 1980; Fox et al., 1987; Parsons, 1995; Roth, 1996).

Questi dati dimostrano che attività cognitive tipicamente umane quali l'immaginazione visiva o motoria, lungi dall'essere caratterizzate da una

natura simboloco-proposizionale, riposano e dipendono dall'attivazione di regioni sensori-motorie del cervello. L'immaginazione visiva è equivalente alla simulazione di una reale esperienza visiva, così come l'immaginazione motoria è equivalente alla simulazione di una reale esperienza motoria. Si consideri un esempio che illustra similarità e differenze fra immagini mentali e immagini motorie. In questo esperimento riportato da Jeannerod e Frak (1999) ai partecipanti viene mostrati un bicchiere e viene indicato loro dove l'indice e il pollice dovrebbero essere collocati per afferrarlo. Poi viene chiesto di stimare, per diverse posizioni delle due dita, se l'azione di sollevare il bicchiere e versare l'acqua è semplice, difficile o impossibile. I risultati indicano che i giudizi tengono conto delle limitazioni di natura biomeccanica del movimento della mano. Questo risultato suggerisce l'esistenza di un processo di simulazione, ovvero di una forma di riproduzione interna, inconsapevole, del movimento che i soggetti si creano. Questa simulazione ha luogo automaticamente, senza che il compito richieda esplicitamente di far uso di immagini. Altri esperimenti rappresentano una sorta di controparte motoria di esperimenti classici sulle immagini mentali. Ad esempio, vengono utilizzati paradigmi di cronometria mentale, in cui si chiede ai soggetti di immaginare di eseguire un movimento. I risultati mostrano che le azioni simulate richiedono lo stesso tempo di quelle effettivamente eseguite e che più le azioni (simulate ed effettivamente eseguite) sono complesse, più tempo richiedono. Questo induce a pensare che i meccanismi alla base della simulazione motoria siano analoghi a quelli alla base dell'esecuzione dei movimenti.

Per quanto riguarda, in aggiunta, le basi neurali dei processi di *imagery* motoria, questi sono da ricercarsi quasi esclusivamente nel sistema motorio¹⁰¹. In aggiunta, sembrerebbero essere implicati anche i circuiti

¹⁰¹ Nel modello di Kosslyn (1984, 1990, 1994) le abilità che compongono l'immaginazione non sono localizzabili con precisione, anche se la ricerca neuropsicologica ha dimostrato che alcuni dei processi non coincidenti ("subsistemi processuali") possono essere riferiti a certe strutture anatomo-fisiologiche. Così ad esempio il subsistema della analisi delle forme (*Shape*) prevede un collegamento tra il lobo occipitale e quello temporale inferiore (sistema ventrale); mentre nel subsistema della analisi della posizione (*Location*) il collegamento avviene tra il lobo occipitale e il parietale superiore (sistema dorsale). Una volta generata l'immagine, la ispezione dell'immagine usa

neuronal del sistema specchio. Come si è precedentemente visto, nelle scimmie i neuroni scaricano anche quando il compito non richiede esplicitamente di compiere un'azione. Alle diverse evidenze relative ai neuroni specchio, sia nelle scimmie sia negli esseri umani (Buccino, 2001), si aggiungono altre prove ottenute con tecniche di scansione cerebrale. Alcuni studi hanno dimostrato che la visione o la denominazione di strumenti o oggetti afferrabili attivano la corteccia premotoria anche qualora non venga richiesta una esplicita risposta motoria e in letteratura è molto dibattuto in che misura la simulazione motoria attivi la corteccia motoria primaria. Se alcuni studi con la PET sembravano indicare che la corteccia motoria primaria non era attivata in modo significativo durante l'immaginazione, ad esempio, dei movimenti delle dita, gli studi con la risonanza magnetica funzionale e alcuni studi recenti con la registrazione magnetica transcranica (TMS) sembrano indicare il contrario (Stefan, 2005). Il livello di attivazione corticale durante i processi immaginativi è comunque più basso di quello che si ha durante l'effettiva esecuzione dei movimenti. A livello esplicativi, ci sono dimostrazioni recenti del fatto che l'*imagery* motoria e l'osservazione rappresentino strumenti utili a migliorare il funzionamento del sistema motorio. Il coinvolgimento del sistema dei neuroni specchio nell'apprendimento motorio è supportato da prove che mostrano che l'osservazione porta alla formazione di memorie motorie simili a quelle che sottostanno ai cambiamenti nella rappresentazione indotti dal movimento. In uno studio recente con la TMS, è stato dimostrato che la corteccia motoria primaria mette in luce attività legate al sistema dei neuroni specchio in risposta all'osservazione del movimento, è in grado di influenzare la formazione di memorie motorie ed è coinvolta nell'apprendimento motorio. Ad esempio Stefan e colleghi (ibidem) registravano i potenziali evocati motori di due gruppi di partecipanti. Ad un gruppo (condizione di osservazione) veniva mostrato un video con attori che compivano bruschi e ripetitivi movimenti del pollice. Questi movimenti

in gran parte processi sovrapponibili a quelli della percezione visiva (analisi delle forme col sistema ventrale, delle localizzazioni con il sistema dorsale).

erano prevalentemente in direzione opposta rispetto a quelli della baseline. Per esempio, se la direzione principale della baseline era l'estensione, ai partecipanti venivano presentati video che mostravano movimenti di flessione. Ad un secondo gruppo (condizione di addestramento motorio) veniva richiesto di eseguire i movimenti del pollice, e di compierli prevalentemente in direzione opposta rispetto a quella della baseline. I risultati evidenziano che, nonostante gli effetti indotti dalla pratica basata sull'osservazione fossero meno duraturi di quelli basati sulla pratica fisica, tuttavia si trattava di effetti assai simili per specificità e qualità: in entrambe le condizioni si osservavano cioè chiari cambiamenti quando i movimenti si discostavano per direzione da quelli della baseline.

È noto in letteratura che la formazione di memorie motorie costituisce un passo importante per l'acquisizione di abilità motorie (Pascual-Leona, 1999). Questi risultati sembrano, dunque, dimostrare che le pratiche di natura osservativa portino a migliorare la performance motoria tramite meccanismi simili a quelli utilizzati durante il training fisico. Uno studio recente dimostra che anche l'immaginare di svolgere un movimento porta a migliorare considerevolmente le proprie capacità motorie, dunque, favorisce l'apprendimento motorio. Nyberg e colleghi (2006) hanno sottoposto due gruppi di partecipanti a due sessioni di scansioni di risonanza magnetica funzionale a una settimana di distanza l'una dall'altra, mentre con le dita tamburellavano diverse sequenze. Metà di loro riceveva un addestramento motorio mentre l'altra metà faceva pratica tramite l'immaginazione motoria. I risultati hanno evidenziato come entrambe le procedure portano ad un miglioramento considerevole di tamburellare con le dita. Si tratta sia di un miglioramento specifico, legato cioè alla sequenza sulla quale fanno pratica, sia di un miglioramento generale della capacità di tamburellare con le dita in entrambe le sequenze. L'aspetto cruciale dell'esperimento è la chiara dimostrazione che anche l'immaginazione motoria fornisce l'apprendimento motorio.

3.4 Simulazione incarnata e intelligenza motoria

L'assunto principale che porta parlare di "simulazione" ha le sue radici teoriche nella natura "corposa" dell'esperienza, e cioè nella possibilità di considerare le esperienze intenzionali dei soggetti come sostituti di esperienze percettive ordinarie che hanno un contenuto intenzionale "simile", quale che sia il tipo di caratteristica che permette di stabilire questa somiglianza di contenuto: riproduzione dello stimolo prossimale, riproduzione dello stimolo distale (Gibson, 1978), attivazione di capacità di riconoscimento sensori-motorie, attivazione di risposte motorie ed emotive simili a quelle attivate dal soggetto corrispondenti al contenuto osservato e percepito.

Parlare di "cognizione incarnata" significa, in ultima analisi, comprendere un processo di modellizzazione esperienziale inconscio ed automatico che fa leva su meccanismi cognitivi più "elementari" se non altro rispetto alle sofisticate capacità richieste della logica inferenziale (Barsalou 1999; Feldman e Narayanan 2004; Gallese e Lakoff 2005a; Wilson 2002; Zwaan 2004)¹⁰². Questi meccanismi di base sfruttano la struttura del sistema motorio che è funzionalmente organizzato intorno agli scopi permettendo di cogliere in maniera diretta il significato dell'azione altrui. Quando si parla di aree motorie in questo contesto si intende il complesso costituito dall'area motoria propriamente detta o primaria (l'area 4 di Brodmann) e dalle cosiddette aree premotorie o secondarie (area 44 di Brodmann e circuiti frontali posteriori)¹⁰³, e che l'attivazione dell'area motoria primaria avviene attraverso la mediazione delle rappresentazioni costruite nelle aree premotorie, cioè in seguito alla codifica dell'azione da parte dei neuroni

¹⁰² La comprensione dei nostri stati mentali, secondo il punto di vista della simulazione, precede la comprensione degli stati mentali altrui, mentre per l'approccio *theory-theory* entrambe emergono simultaneamente, come risultato della maturazione di una "teoria".

¹⁰³ Entrambe le aree controllano il movimento: le aree premotorie in modo globale (l'organizzazione complessiva del movimento); l'area motoria primaria, l'unica ad essere direttamente connessa ai motoneuroni del midollo spinale, in modo fine cioè attraverso movimenti precisi (Rizzolatti e Sinigaglia 2006; Iacoboni, 2008)

specchio¹⁰⁴. Pertanto parlare di simulazione equivale a parlare di un certo tipo di processo o attività neurale identificabile con l'organizzazione percettiva e motoria del sistema di pianificazione dell'azione. Come ribadisce Paternoster (2010) infatti è bene non confondere il termine simulazione con quello di inganno o di finzione del “simulato”:

La scelta di usare simulazione per denotare un processo neurale non è revisionista, non è cioè dettata dall'intento di dirci che cosa è davvero la simulazione, emendando l'immagine del senso comune; al contrario, vi è la convinzione che interpretare certi fenomeni neurali in termini simulativi corrisponda in qualche misura alle nostre intuizioni, fornendo a un tempo un quadro teorico dall'alto valore esplicativo (p. 13).

Tanto il simulatore quanto il simulato sono, quindi, processi (neurofisiologici), e ciò che giustifica l'affermazione che tra i due sussiste una relazione simulativa è che l'uno (il processo soggiacente alla comprensione) riproduce sotto diversi aspetti pertinenti l'altro (processo soggiacente all'esecuzione di un'azione). Il cervello fa *come-se* dovesse far eseguire un'azione, si comporta cioè, sotto alcuni aspetti, nello stesso modo in cui si comporta quando viene eseguita un'azione; in questo senso non è tanto un'azione ad essere (in parte) replicata, quanto il processo cerebrale che la realizza¹⁰⁵. L'idea è che, al livello di descrizione della psicologia cognitiva, sia appropriato dire che la comprensione di un'intenzione richiede un processo simulativo-subpersonale. Il processo in questione è simulativo in quanto riproduce, in parte e sotto certi aspetti, il processo psicologico che ha luogo quando siamo impegnati in compiti percettivo-

¹⁰⁴ La scoperta del sistema mirror ha infatti contribuito a modificare in maniera radicale la concezione dei meccanismi alla base della comprensione intenzionale delle azioni osservate, mettendo in luce l'importanza dell'esperienza motoria nella co-costruzione del rapporto con l'altro. L'osservazione di un'azione diretta ad uno scopo induce l'attivazione dello stesso circuito nervoso deputato a controllarne l'esecuzione: se ne detrae che l'osservazione dell'azione induce nell'osservatore l'automatica simulazione della stessa azione. Anche quando l'azione osservata viene oscurata al momento della realizzazione del suo scopo, i neuroni mirror soggiacenti al processo di simulazione continuano a scaricare, completando l'informazione visiva mancante con la sua rappresentazione motoria (Umiltà et al., 2001).

¹⁰⁵ Il processo neurofisiologico che ha luogo quando siamo impegnati in un compito di comprensione “assomiglia” all'esecuzione di un programma motorio, o è una parte dell'esecuzione di un programma motorio (ma non è l'esecuzione di un programma motorio vero e proprio).

motori¹⁰⁶. La simulazione richiede, così, un processo psicologico-subpersonale che, tuttavia, è individuato a livello neurofisiologico: la mente simula in quanto il cervello fa un certo tipo di cosa e riteniamo che tale tipo di cosa sia una simulazione sulla base di criteri non esclusivamente neurofisiologici.

La simulazione evidenzia così due distinte modalità di comprensione: una immediata e pre-concettuale che è basata sulla conoscenza motoria afferente alla natura multimodale della percezione; e una forma secondaria di comprensione mediata che è categorizzata sulla base dell'informazione visiva. La natura multimodale di tali rappresentazioni mentali, sia statiche che dinamiche, sia visive che motorie, è un elemento fondamentale nell'interazione tra uomo e ambiente. Queste rappresentazioni fanno parte di un sistema che simula l'informazione necessaria per l'atto motorio e inoltre permette di rappresentarla prima della stimolazione esterna. Simulare in tal senso significa appunto riassemblare una replica interna di un evento, riattivando almeno parzialmente i pattern di attivazione neurale legati all'esperienza percettiva dell'evento (Kohler et al., 2002; Keysers et al., 2003). I meccanismi di simulazione mediano una forma implicita di comprensione del comportamento altrui. Le azioni finalizzate rese familiari dall'esperienza motoria e, in misura minore, percettiva, potrebbero essere comprese ed anticipate grazie ad un meccanismo di simulazione incarnata (*embodied simulation*) che conduca automaticamente alla percezione dell'altro come un agente simile a sé, le cui azioni saranno prevedibili sia in base alla somiglianza con il proprio repertorio motorio che rispetto alle caratteristiche fisiche della situazione. L'organizzazione funzionale del sistema motorio intorno allo scopo dell'azione getta, infatti, luce sulle origini della flessibilità dei meccanismi di apprendimento: l'esito dell'esperienza motoria e percettiva viene gradualmente generalizzato ad un significato semantico comune, codificato al livello neurofisiologico come scopo e costituente l'elemento strutturante della comprensione e dell'esecuzione dell'azione finalizzata. La discriminazione dell'azione e del

¹⁰⁶ A distinguere principalmente la teoria della simulazione dalle teorie di matrice modulare o connessionista è, però, l'ambito di pertinenza psicologica di tale concetto.

suo scopo costituisce dunque il cuore della cognizione sociale. La codifica dello scopo non è, quindi, da intendere come una proprietà astratta, indipendente dall'esperienza, ma piuttosto come una conseguenza delle interazioni con il mondo esterno. Attribuire uno scopo ad un'azione osservata offre molteplici vantaggi: dal comprendere ed anticipare il comportamento altrui, alla possibilità di calibrare le proprie azioni di conseguenza; infine, la possibilità di inferire la funzione di un'azione nuova in base al riconoscimento dello scopo al quale essa è diretta risulta particolarmente importante per quanto riguarda l'apprendimento sociale.

Recenti dati provenienti dalla Psicologia dello Sviluppo (Woodward, 1998; Sommerville et al., 2005b; Falcks-Itter et al., 2006), dimostrano infatti che la capacità dei bambini di interpretare ed anticipare lo scopo degli atti motori osservati dipende prevalentemente dalla maturazione della loro capacità di eseguire atti motori simili. La nostra capacità di attribuire credenze agli altri e le nostre più sofisticate abilità metacognitive probabilmente comportano l'attivazione di vaste regioni del nostro cervello, certamente più grandi di un ipotetico modulo della teoria della mente e che certamente includono il sistema sensori-motorio. Ma è probabile che, nel corso delle nostre relazioni interpersonali quotidiane, l'utilizzo degli atteggiamenti proposizionali tipici della "Psicologia del Senso Comune", quali desideri e credenze, sia sopravvalutato, e che sia molto meno frequente di quanto presunto dalla scienza cognitiva classica. Una possibilità è che i meccanismi di simulazione siano cruciali nel corso del lungo processo di apprendimento richiesto per divenire completamente competenti nell'uso degli atteggiamenti proposizionali.

3.4.2 La cognizione sociale dei primati non umani

Al pari degli esseri umani, anche i primati non umani vivono in gruppi sociali estremamente coesi. La sopravvivenza dell'individuo all'interno di un gruppo sociale sembra strettamente correlata allo sviluppo di una sensibilità acuta verso informazioni sociali quasi impercettibili (Humphrey, 1976).

I primati non umani sono infatti in grado di discriminare gli altri membri sulla base di informazioni visive o acustiche (Snowdon, 1986). Diversi studi etologici hanno dimostrato che possiedono un certo di livello di intelligenza sociale in quanto riconoscono individualmente ciascun membro del proprio gruppo sociale; sono capaci di stabilire rapporti diretti con gli altri individui sulla base di fattori come la parentela, l'amicizia, la gerarchia di dominanza; possono prevedere il comportamento degli altri individui in relazione a stati emozionali o alla direzione della locomozione; riescono a formare coi conspecifici alleanze e coalizioni sociali, cooperando in compiti di soluzione di problemi e utilizzano strategie sociali e comunicative con i compagni di gruppo in situazioni di competizione per le risorse.

I primati dimostrano inoltre una buona comprensione delle relazioni sociali nelle quali non sono direttamente coinvolti: ad esempio, comprendono le relazioni di dominanza e di parentela che individui terzi hanno l'uno con l'altro (Tomasello, Call, 1997). I primati scelgono accuratamente i compagni con cui allearsi, preferendo, per esempio, un individuo dominante rispetto al loro potenziale avversario (comportamento che dimostra la comprensione della gerarchia di dominanza tra terzi). Inoltre, se vengono attaccati, cercano di vendicarsi non solo sull'assalitore, ma anche, in talune circostanze, sui suoi parenti (comprensione delle relazioni di parentela fra terzi).

Secondo Tomasello (2005), la capacità di comprendere e gestire le categorie relazionali, costituisce un potenziale precursore evolutivo della capacità di comprendere le relazioni intenzionali che gli esseri umani hanno con il mondo esterno.

Dopo gli studi pionieristici di Köhler (1927) sull'intelligenza intuitiva (*insight*) dei primati antropomorfi, Premack e Woodruff (1978) hanno tentato di studiare negli scimpanzè, la capacità di comprendere le azioni finalizzate di un essere umano. Nel loro esperimento, Sara, una femmina di scimpanzè, visionava dei filmati di persone impegnate a risolvere un problema e doveva selezionare tra varie fotografie quella che ne rappresentava la soluzione. Poiché la scimmia tendeva ad indicare la fotografia corretta, gli autori hanno proposto che i primati non umani

fossero dotati della capacità di comprendere lo scopo delle azioni altrui e quindi di una forma elementare (o rudimentale) di Teoria della Mente. Nello stesso anno, Savage-Rumbaugh e colleghi (1978) hanno tuttavia rivelato che gli scimpanzè dimostravano un'abilità simile nei compiti di associazione di oggetti semplici (ad esempio, una chiave da associare ad una serratura). È stato allora sollevato il dubbio che ciò che questi compiti rilevavano fosse in realtà un'abilità cognitiva molto più semplice della capacità di comprendere gli scopi o le intenzioni. Dato il fallimento nei compiti di Teoria della Mente (Woodruff e Premack, 1979; Povinelli, 2000; 1994; Call, Tomasello, 1999) e l'ambiguità dei risultati ottenuti negli esperimenti che tentarono successivamente di dimostrare l'esistenza della capacità di discriminare la natura volontaria o accidentale di un comportamento (Call e Tomasello, 1998; Povinelli e coll., 1998), la capacità dei primati non umani di attribuire stati mentali agli altri è stata fortemente rimessa in causa nell'ultimo decennio.

Call e Tomasello (1999) hanno proposto che anche se i primati non umani posseggono molte abilità cognitive relative ad eventi ed oggetti fisici, tra cui una comprensione delle categorie relazionali e delle relazioni antecedente-consequente che strutturano le sequenze di eventi, non sembrano tuttavia collegarne la causa agli stati mentali, intesi come forze mediatrici che spiegano il perché di questa particolare sequenza di eventi. È stato enfatizzato, quindi, che ciò che maggiormente differenzia la cognizione sociale degli esseri umani da quella dei primati non umani sia la capacità di comprendere le forze causali ed intenzionali soggiacenti agli eventi e non facilmente osservabili. Mentre gli uomini possono inferire gli stati mentali soggiacenti al comportamento presente e futuro dell'altro (Povinelli, Eddy, 1996; Tomasello, Call, 1997), le capacità cognitive sociali dei primati si basano invece sull'estrazione di regole procedurali dalle regolarità situazionali osservabili (Visalberghi, Tomasello, 1998). Le scimmie imparerebbero dunque a comprendere e prevedere un'azione imminente grazie all'associazione di una certa sequenza antecedente-consequente di comportamento ad una situazione ricorrente in un determinato contesto. Secondo Povinelli (2001), anche se la capacità di

discriminare ed elaborare le regolarità statistiche del comportamento altrui risulta essere comune ai primati umani e non, questa abilità non precede e tanto meno facilita lo sviluppo dell'abilità riscontrabile unicamente negli umani di concepire e ragionare sull'esistenza degli stati mentali. I dati ottenuti da una serie di recenti studi condotti in paradigmi sperimentali che rispettavano maggiormente l'ecologia sociale dei primati (come le situazioni di competizioni per le risorse), ha tuttavia portato diversi autori a rivedere la loro posizione teorica (Tomasello, 2005).

Gli studi svolti sugli scimpanzè hanno dimostrato come quando vengono messi in condizione di competizione, essi siano in grado di regolare il loro comportamento in base a quello che l'altro vede o meno (Hare et al., 2001) e distinguono un comportamento intenzionale da uno involontario. Anche tra le scimmie non-antropomorfe è stata evidenziata la presenza di alcuni dei cosiddetti "precursori" della ToM. Ad esempio, nei macachi è stata più volte osservata la naturale tendenza a percepire e seguire lo sguardo dei conspecifici (Emery, 2000) e non (Ferrari, 2002), anche se si pensava che questa capacità non si fosse poi tradotta nell'abilità di assumere la prospettiva visiva dell'altro. Se ne riteneva prova l'esito dell'esperimento di Anderson e collaboratori (1996), dove i macachi fallivano sistematicamente nell'utilizzare la direzione della testa e degli occhi dell'altro come segnali per trovare il cibo nascosto. Allo stesso modo, i macachi rhesus sono in grado di attuare strategie comportamentali per accaparrarsi del cibo in maniera silenziosa quando pensano che un rivale potrebbe sentirli (Santos et al., 2006). Una serie di recenti studi ha anche dimostrato l'esistenza nei macachi di una discreta capacità analitica delle azioni finalizzate, evidenziata in particolare dalla loro competenza nei compiti di imitazione cognitiva. In un compito di apprendimento per osservazione (Subiaul et al., 2004), i macachi dovevano imparare da uno dimostratore a toccare, seguendo una determinata sequenza, una serie di immagini esposte su uno schermo. I risultati hanno dimostrato che le scimmie non imparavano le nuove sequenze tramite una semplice imitazione motoria ma piuttosto grazie alla discriminazione e all'imitazione delle regole cognitive che guidavano il comportamento motorio del

dimostratore. Paukner e collaboratori (2005) hanno anche dimostrato che i macachi sono in grado di riconoscere quando le loro azioni vengono imitate da uno sperimentatore.

Questi dati consentono di ipotizzare che la comprensione delle percezioni altrui può fondarsi su abilità cognitive che non dipendono necessariamente da una mediazione metarappresentazionale, creata ascrivendo agli altri atteggiamenti preposizionali. È possibile allora che in tutti tipi di primati (umani e non) esista una forma di consapevolezza, di comprensione del significato delle azioni altrui, che poggia su meccanismi automatici e non dichiarativi che permettono di discriminare la struttura finalizzata dell'azione osservata, oltre alla lettura degli aspetti cinematici del comportamento. Una tale ipotesi, scuote le fondamenta della concezione tradizionale della cognizione sociale, fortemente orientata verso un modello di intelligenza sociale che si concentra solamente su rappresentazioni mentali interne (Barrett, Henzi, 2005; 2007). Capacità cognitive apparentemente dissimili, come quella di leggere il comportamento o quella di leggere la mente, potrebbero invece reggersi su meccanismi funzionali simili che, nel corso dell'evoluzione hanno acquisito un maggior livello di complessità per adattarsi ai cambiamenti sociali ed ambientali (Gallese, Umiltà, 2006; Barrett, Henzi, 2007; Lyons et al., 2006; Lyons, Santos, 2007).

3.5 Primi effetti di embodiment sociale

Lo sviluppo di una “teoria della mente” può essere considerato come il risultato dei processi di simulazione percettivi e motori, tali per cui possiamo metterci nei panni mentali degli altri e utilizzare la nostra mente come modello per comprendere le menti altrui (Harris, 1989, 1992; Goldman, 1992; 1993; 2000). Alcuni esperimenti proposti, ad esempio, da Onishi e Baillargeon (2005), hanno dimostrato nei bambini di 15 mesi la presenza della capacità di attribuire false credenze. Ideando un paradigma sperimentale di violazione delle aspettative che non richiede elaborate competenze verbali, i dati raccolti delle due autrici sembrano pertanto suggerire che l'attribuzione di false credenze possa essere spiegata sulla

base di meccanismi di basso livello che si sviluppano pienamente prima dei quattro anni di età; prima, cioè, di una competenza linguistica matura, nonché prima dello sviluppo della capacità meta-rappresentazionale considerata fondamentale dai teorici del cognitivismo classico per lo sviluppo della ToM.

Per valutare lo sviluppo percettivo del bambino nel primo periodo di vita, gli psicologi dello sviluppo hanno inventato una vasta gamma di tecniche comportamentali che si basano sulla rilevazione di risposte e reazioni naturali come l'attenzione, il ritmo cardiaco o l'intensità di suzione. Prima di ripercorrere le evidenze sperimentali che hanno dimostrato l'esistenza di una precoce analisi del comportamento finalizzato, aprirò una breve parentesi metodologica in modo da fornire una descrizione dettagliata della procedura e della logica sottostante alle tecniche di analisi del "tempo di osservazione" (*Looking-time methods*) del bambino pre-verbale.

Il metodo della "fissazione preferenziale" è stato ideato da Robert Fantz (1958) per determinare se i lattanti potevano distinguere diverse forme visive. Il bambino era posto sulla schiena in una specie di cabina (*camera di fissazione*) e al di sopra di lui venivano presentati due stimoli contemporanei, a destra e a sinistra di un punto centrale. Un osservatore guardava il bambino di nascosto da un foro praticato nel soffitto della cabina e registrava la quantità di tempo impiegata dal bambino nel guardare ciascuna delle figure presentate. Se il bambino guardava più a lungo una figura che l'altra, ne veniva dedotto che: 1) riusciva a distinguere gli stimoli e 2) il suo atteggiamento dimostrava una preferenza percettiva per lo stimolo guardato più a lungo.

Studi successivi hanno dimostrato una generale preferenza per gli *stimoli familiari* (significativi dal punto di vista emotivo o sociale). Questa preferenza viene anche rilevata con la presentazione simultanea di *stimoli intermodali* (ad esempio, uno stimolo visivo che corrisponde al suono udito in contemporanea). In altri contesti sperimentali, le preferenze dimostrate erano più difficilmente interpretabili, i ricercatori hanno allora delineato due tipi di inferenze: 1) gli stimoli sono stati discriminati; 2) la direzione dell'attenzione preferenziale riflette la salienza dello stimolo dal punto di

vista delle sue proprietà affettive, fisiche, la sua familiarità o estraneità, la congruenza o l'incongruenza dell'informazione cross-modale (Houston-Price, Nakai, 2004).

Un secondo metodo particolarmente importante per misurare le capacità sensoriali e percettive del neonato è quello della “abituazione” (o assuefazione-recupero), una strategia che si rivela utile quando si è interessati a valutare la capacità di discriminazione e/o riconoscimento di un determinato stimolo. Questo paradigma poggia sull'induzione sperimentale di un processo di attenzione selettiva, sfruttando in seguito la naturale disposizione a rispondere alle novità. L'abituazione è un processo in cui uno stimolo ripetitivo diventa così familiare che le risposte ad esso inizialmente associate (movimenti del capo e degli occhi, mutamenti del ritmo respiratorio o cardiaco), non avvengono più. Pertanto l'abituazione può essere considerata come una forma semplice di apprendimento. Quando il bambino cessa di rispondere a stimoli familiari, ci sta segnalando che li riconosce come cose abituali (Tarquinio et al., 1990). Per valutare la capacità di discriminare due stimoli diversi, questa tecnica capitalizza sul naturale declino dell'attenzione seguente la presentazione ripetuta nel tempo dello stesso stimolo (fase di *abituazione*). Il bambino viene considerato “abituato” quando cessa di risponderci o comunque di prestarci attenzione. Viene allora presentato uno stimolo nuovo, contrastante rispetto a quello presentato durante la fase di abituazione. Se il bambino distingue questo stimolo dal primo, verranno registrati cambiamenti nel suo comportamento che si esprimeranno sotto forma di un recupero significativo dell'attenzione, oppure di una modifica nella frequenza respiratoria e/o cardiaca (fase di *disabituazione*). L'interesse per la novità rappresenta un fattore importante nel governare l'attenzione infantile soprattutto a partire da 30-45 giorni dalla nascita, prima di questo periodo, l'assuefazione e la preferenza per gli stimoli resi familiari sono osservabili dopo un periodo di familiarizzazione prolungato con lo stimolo. Tramite il metodo della “familiarizzazione” il bambino viene familiarizzato con un tipo di stimolo e poi sottoposto ad un compito di attenzione preferenziale, dove lo stimolo della familiarizzazione viene presentato insieme ad uno nuovo stimolo. Seguendo la logica del

metodo dell'abituazione, se il bambino è stato sufficientemente familiarizzato con lo stimolo originale, dovrebbe presentare una preferenza per lo stimolo nuovo. La preferenza per gli stimoli familiari e per quelli nuovi può essere accertata in funzione della durata della familiarizzazione: se questa è breve, viene rilevata la preferenza per gli stimoli familiari, se è protratta, emerge la preferenza per il fattore novità. L'attrazione esercitata da ciò che è familiare o invece da ciò che è nuovo riflette due successive fasi di elaborazione dell'informazione: i piccoli preferiscono indirizzare l'attenzione allo stimolo già presentato quando non hanno ancora assimilato un'adeguata quantità di informazione su di esso (stadio iniziale del processo elaborativo); preferirebbero invece interessarsi di uno stimolo diverso quando tale processo è in uno stadio più avanzata (Rose et al., 1982). Diversi fattori possono influenzare la rapidità con cui il bambino viene familiarizzato: l'*età* (i bambini più grandi elaborano l'informazione più rapidamente, consentendo il manifestarsi di una preferenza per il nuovo dopo tempi di familiarizzazione più brevi), la *saliènza* dello stimolo presentato e la *difficoltà* del compito (elaborazione cross-modale, discriminazione tra stimoli molto simili). Vi sono particolari situazioni sperimentali in cui il mancato recupero dell'attenzione risulta chiaramente riferibile ad un fenomeno di "generalizzazione" che non esclude la capacità di discriminazione. Ad esempio, con i bambini di età superiore a tre mesi, è stata ottenuta un'assuefazione impiegando nella fase di familiarizzazione una serie di stimoli uguali in tutti gli aspetti tranne che per un attributo (orientamento o colore). Nella successiva prova critica, l'assuefazione si estendeva ad una nuova variante di quel attributo (un orientamento o colore mai presentato finora) sebbene esperimenti paralleli indicassero l'esistenza di una capacità discriminativi per l'attributo in questione. Secondo alcuni autori (Lewis, Goldberg, 1969), il recupero dell'attenzione di fronte ad un nuovo stimolo è dovuto ad una violazione dell'aspettativa creata dagli stimoli precedentemente presentati, ossia ad una discrepanza rispetto allo schema che si è venuto sviluppando durante la fase di familiarizzazione. Baillargeon e Spelke (1985) ha utilizzato questo paradigma della violazione dell'aspettativa per interpretare lo sguardo più lungo del bambino come

segnalante un'attrazione per l'effetto novità di un evento fisicamente impossibile. In base a questi dati, l'autrice ha potuto determinare nei bambini di 5 mesi la presenza dei concetti di "fisica ingenua" come quelli della permanenza dell'oggetto e della solidità. La predisposizione alle interazioni sociali viene osservata fin dalle prime settimane di vita del neonato. Già a poche ore dalla nascita, il bambino mostra una marcata preferenza per la rappresentazione schematica di una faccia umana rispetto ad altre configurazioni percettive. Fifer e Decasper (1980) hanno mostrato che il processo di abituazione alla voce materna è già in atto nel feto, e Legerstee (1990) ha dimostrato che i bambini fino dalle prime fasi dello sviluppo riconoscerebbero le persone come esseri animati distinti dagli oggetti fisici. Inoltre, Trevarthen e collaboratori (1979) hanno dimostrato che i bambini fin dalla nascita prendono parte a "protoconversazioni" con chi si prende cura di loro. Si tratta di interazioni sociali nelle quali bambino e genitore focalizzano l'attenzione l'uno sull'altro, con contatti fisici, vocalizzazioni e sguardi che seguono una regolare alternanza di turni.

Meltzoff e Moore (1977) hanno dimostrato che poco dopo la nascita i neonati riescono già ad imitare determinate azioni come la protrusione della lingua, l'apertura della bocca e il movimento della testa. A sei settimane, diventano in grado di modificare la protrusione della lingua per adeguarsi al movimento palesato dall'adulto che muove energicamente la lingua da un lato all'altro della bocca (Meltzoff, Moore, 1994); questo dato indica che l'imitazione neonatale riflette non solo la tendenza del bambino a mimare i movimenti conosciuti, riprodotti più spesso se esposti agli stimoli appropriati, ma anche la tendenza a identificarsi con entità considerate come simili a sé poiché agiscono come lui.

Butterworth e collaboratori (Butterworth e Cicchetti, 1978; Butterworth e Hicks, 1977) hanno evidenziato che i bambini di due mesi possono usare il feedback visivo per controllare la propria postura, mostrando dei movimenti compensatori del capo quando, posti in una stanza mobile, percepiscono una instabilità a livello del canale visivo. I bambini inoltre modificano la posizione del capo o chiudono gli occhi quando

percepiscono che un oggetto si avvicina in rotta di collisione con loro (Dunkeld, Bower, 1980)¹⁰⁷.

Nei primi nove mesi di vita è possibile individuare nel bambino una precoce comprensione del sé come *agente sociale*: fin dalla nascita, i bambini sono coinvolti in relazioni interpersonali e in questi scambi, gli effetti delle azioni del bambino risulterebbero nelle reazioni comportamentali e risposte emotive indotte nei genitori (Trevvarthen, 1979; Stern, 1985). Secondo Neisser (1988), ad esempio, la rappresentazione del sé come agente sociale comprenderebbe pertanto la rappresentazione degli effetti causali che possono essere prodotti dalle manifestazioni comunicative specie-specifiche. Questa capacità sottintende sia l'abilità di differenziare gli scopi dai mezzi che li producono, che quella di modificare un'azione in modo adeguato a una nuova situazione, e di scegliere i mezzi che producono gli scopi nel modo più efficiente tra le opzioni disponibili.

3.5.2 Interagire socialmente attraverso l'azione *embodied*

I dati presentati trovano un particolare riscontro nello studio della comprensione dell'azione finalizzata durante lo sviluppo ontogenetico. Una grande quantità di studi ha dimostrato come entro il primo anno di vita i bambini imparino non solo a controllare l'esecuzione delle loro azioni in funzione di un determinato effetto ma anche a discriminare e a riconoscere lo scopo dell'azione altrui (Tomasello, 1999; Rochat, 1995, 2001). A sei mesi, i bambini riconoscono lo scopo degli atti motori più familiari (Woodward, 1998); a un anno di vita, sono in grado di rappresentarsi lo scopo distale di una serie di atti motori concatenati mentre a dieci mesi, età di transizione, lo scopo distale viene compreso soltanto dai bambini che

¹⁰⁷ Inoltre ancora più di recente la ricostruzione tri-dimensionale delle immagini ecografiche, ha recentemente permesso a Zoia e collaboratori (2007) di misurare la cinematica dei movimenti manuali dei feti alla ventiduesima settimana di gestazione. Gli autori hanno scoperto che i parametri cinematici spazio-temporali dei movimenti erano tutt'altro che casuali ma dipendevano piuttosto dai vari scopi ai quali le azioni del feto sembravano dirette (ad esempio, il portare il pollice alla bocca). Questi dati dimostrano dunque una capacità sorprendentemente precoce di pianificazione motoria.

sono già in grado di compiere azioni con un simile livello di complessità (Sommerville et al., 2005b).

Queste indagini di ricerca consentono notevolmente di comprendere meglio fenomeni quali l'empatia, l'identificazione personale e le intenzioni altrui attraverso quei meccanismi subpersonali di simulazione incarnata che a loro volta producono una "sintonia intenzionale" e interpersonale fra agenti (Gallese, 2001, 2003, 2005, 2006).

L'attività coordinata dei sistemi neurali sensori-motorio ed affettivo dà luogo alla semplificazione e all'automatizzazione del comportamento che permette agli organismi di sopravvivere. L'integrità del sistema sensori-motorio consentirebbe, così, la ricostruzione di ciò che si proverebbe attraverso la simulazione dello stato corporeo relativo. La discriminazione del movimento biologico e la percezione dell'altro come agente diretto alla realizzazione di uno scopo sembrano quindi fondarsi su substrati neurali simili tra i primati e potrebbero allora rendere conto dell'evoluzione filogenetica della comprensione delle azioni. Ad, esempio, recentemente, Vallortigara e collaboratori (2004) hanno dimostrato, nei pulcini, la presenza di una preferenza innata per i movimenti biologici. Gli uccellini privi di stimolazioni visive fin dalla nascita, avvicinano spontaneamente ed in modo preferenziale gli stimoli formati da puntini luminosi che riproducono il movimento biologico di un pari o di un predatore rispetto alle animazioni casuali. Questi risultati sono stati da poco riprodotti con i neonati umani, testati a 36 ore dalla nascita (Simion et al., 2008).

Questi ultimi dati risultano particolarmente calzanti alle nostre ipotesi in quanto suggeriscono l'esistenza in diverse specie, di una predisposizione innata a discriminare i movimenti biologici. L'evoluzione di un sistema che permetta il riconoscimento degli stimoli biologici e quindi di produrre un'adeguata risposta comportamentale (l'avvicinarsi o l'allontanarsi), ha una valenza enorme al fine della sopravvivenza dell'individuo (Blackmore, Decety, 2001) ma costituisce anche un classico esempio di sistema neurale preriflessivo di percezione-infunzione-dell'azione. Questa serie di studi comportamentali si aggiungono, infatti, alla lunga tradizione sperimentale volta a paragonare aspetti della cognizione sociale dei primati umani e non

umani, evidenziando una certa similitudine per quanto riguarda la capacità di riconoscere e valutare l'efficacia di un atto motorio in base al legame intrinseco esistente tra azione e percezione. I dati riportati, dunque, suggeriscono come l'esperienza motoria costituisca un elemento fondamentale per l'evoluzione della capacità umana di riconoscere il comportamento intenzionale degli altri.

Sosteniamo, quindi, che l'elaborazione diretta dell'adeguatezza funzionale delle azioni incarnate in prima persona sia il precursore filogenetico della comprensione dell'intenzione. La scoperta dell'esistenza di un sistema mirror comune ai primati umani e non-umani tenderebbe, infatti, a dimostrare la natura intrinsecamente intersoggettiva della cognizione sociale. La codifica corticale dell'azione altrui attiva un sistema di corrispondenza diretto e preriﬂessivo ("direct matching") tra la rappresentazione visiva e/o acustica dell'azione altrui e la rappresentazione motoria propria della stessa azione. Numerose ricerche nell'ambito della Psicologia dello Sviluppo hanno dimostrato come la precoce comparsa della capacità di discriminare ed anticipare lo scopo dell'azione è strettamente correlata all'esperienza motoria del bambino. L'insieme di questi risultati permettono di delineare l'esistenza di un meccanismo neurale comune tra i primati e l'uomo, che permette il riconoscimento dell'azione tramite la codifica diretta del suo scopo. Questo sistema potrebbe tuttavia distinguersi nella specie umana per un maggiore livello di astrazione che spiegherebbe la flessibilità cognitiva dimostrata dagli umani nella capacità di attribuire uno scopo ad un ampio spettro di azioni e di agenti. Questa maggiore astrattezza potrebbe quindi risultare alla base della capacità specie specifica di riprodurre, dopo averlo osservato negli altri, un comportamento non familiare, per realizzare uno scopo altrimenti raggiungibile mediante un'azione più consueta.

I dati sperimentali riportati trovano un particolare riscontro nell'ipotesi avanzata nel 1977 da Meltzoff e Moore circa la presenza di un'abilità innata a stabilire equivalenze cross-modalità tra esperienze sensoriali proprie e le

azioni degli altri¹⁰⁸. L'importante studio condotto dagli autori e il filone di ricerche che ne è seguito (Meltzoff, 2002), hanno dimostrato che neonati già a poche ore dalla nascita sono capaci di riprodurre i movimenti della bocca e del volto degli adulti che li guardano. L'imitazione del comportamento avverrebbe tramite un processo di traduzione dell'informazione visiva nei comandi motori necessari per la sua riproduzione¹⁰⁹. Questo processo intersoggettivo, che ovviamente continua e si espande nel corso di tutta la vita, potrebbe essere alla base del rispecchiamento materno di cui parla Winnicott (1967) e anche del concetto di "sintonizzazione affettiva" di cui parla Stern (1985).

La proposta che la comprensione del comportamento altrui venga gestita da un'intelligenza basata su processi di simulazione automatici e scolpiti nel sistema motorio dell'agente offre una importante alternativa teorica ai vari tentativi di spiegare i meccanismi soggiacenti allo sviluppo della cognizione sociale. La capacità di comprendere il comportamento intenzionale degli altri riposerebbe dunque su un meccanismo molto più elementare rispetto alla sofisticata capacità di attribuire all'altro degli stati mentali costruiti sotto forma di predicati seguendo una logica inferenziale. Questo meccanismo di base che sfrutta la struttura del sistema motorio funzionalmente organizzato intorno agli scopi, permette di cogliere in maniera diretta e pre-riflessiva il significato dell'azione altrui, stabilendo una prima forma di equivalenza e differenziazione tra sé e l'altro. Se è vero che la corporeità dell'azione rappresenta, quindi, la prima forma di

¹⁰⁸ La teoria della simulazione ha trovato una solida conferma nei dati accumulati negli ultimi decenni nell'ambito delle neuroscienze. Studi elettrofisiologici (Umiltà et al., 2008) dimostrano, infatti, chiaramente quanto anche il sistema motorio dei primati sia organizzato nei termini di atti motori finalizzati ad uno scopo e non nei termini di semplici movimenti (Rizzolatti et al. 1988, 2000). La simulazione delle azioni e del loro scopo è difatti multi-modale: la rappresentazione motoria viene attivata a prescindere dalla modalità visiva, acustica o motoria con cui si presenta l'azione (Kohler et al.; 2002; Keysers et al., 2003). È stato allora proposto che questo meccanismo medi una forma implicita di comprensione del comportamento altrui (Gallese et al., 1996; Rizzolatti et al., 1996.; Gallese et al., 2002).

¹⁰⁹ Il processo di attivazione delle medesime strutture cerebrali durante la percezione esperita in prima persona ed osservata negli altri si ritrova in una grande varietà di esperienze: quando vengono simulate esperienze sensoriali tattili (Keysers et al., 2004; Blackmore et al. 2005; Ebisch et al., in corso di pubblicazione), o dolorose (Singer e coll., 2004) e quando vengono esperite emozioni di tipo visceromotorio (Wicker e coll., 2003) o ancora sotto forma di espressioni facciali (Carr e coll., 2003).

ancoraggio motorio a sé e all'ambiente, diventa adesso necessario capire in che senso questa possa fornire ulteriore supporto alla comprensione intenzionale fra individui. Se consideriamo l'ambiente non solo come luogo, ma come "situazione ambientale", ossia come tutto ciò che ruota intorno all'individuo, possiamo renderci facilmente conto di come le persone modifichino il proprio comportamento per meglio adattarsi a ciò che li circonda. Tale scelta è chiaramente determinata dalla conoscenza acquisita nel corso dell'esperienza e ha una forte influenza sui meccanismi di apprendimento. Qualsiasi essere vivente, uomo o animale che sia, infatti, non agisce di certo a caso nel proprio ambiente di riferimento, ma giunge piuttosto a comprendere lo spazio e gli oggetti a sé correlati fino a rappresentarsi cognitivamente il comportamento dei propri conspecifici alla luce di fattori come l'*imitazione*, lo *stato emozionale* e la *direzione di locomozione*. Questi meccanismi subpersonali sono considerati costituire la simulazione delle intenzioni altrui e dimostrano, in aggiunta, il ruolo cruciale che il corpo ricopre tanto nell'interazione sociale quanto nella cognizione.

3.6 L'esperienza dell'imitazione all'origine dell'intersoggettività

I meccanismi di rispecchiamento e il correlato meccanismo funzionale di base che li descrive, e cioè i meccanismi di "simulazione incorporata", sono una componente fondamentale di ciò che fa della nostra mente, in primo luogo, una "mente condivisa" (Beebe, 2004; Clement, 2004). Già alla nascita gli esseri umani sembrano essere impegnati in relazioni interpersonali mimetiche. Imitare ci aiuta a sintonizzarci con i nostri conspecifici e ad acquisire nuove abilità attraverso il loro esempio. Tutto ciò potrebbe essersi evoluto filogeneticamente in relazione all'ottimizzazione del controllo delle relazioni corporee con il mondo, e successivamente essere stato "exaptato" in ambito sociale, in quanto rivelatosi utile anche per interpretare il comportamento altrui, mediante l'utilizzazione di un canale interpersonale diretto, non esplicitamente rappresentato alla coscienza o mediato cognitivamente (Gallese, Goldman, 1998). L'imitazione

rappresenta un tassello importante per la comprensione delle intenzioni, sia transitive, rivolte verso oggetti, che intransitive, di tipo espressivo. In entrambi i casi, infatti, agente e osservatore condividono lo stesso sistema di risonanza, che rende le azioni dell'altro potenzialmente eseguibili e conoscibili, quindi, attraverso l'anticipazione delle probabili conseguenze sensoriali dell'azione, collegando in questo modo realtà e modello (Gallese, 2006). Il sistema di riconoscimento dell'azione svolge, così, un ruolo importante nello sviluppo dell'intelligenza sociale: per imitare è, infatti, necessario la condivisione con l'altro di uno spazio d'azione. Se non fosse possibile una perfetta forma di integrazione tra atto osservato e movimento eseguito, non sarebbe possibile parlare di rispecchiamento imitativo. Le prime forme di imitazione poggiano, difatti, su meccanismi di traduzione dei comportamenti motori di un agente in quelli dell'imitatore, in virtù di processi neurali condivisibili in uno spazio d'azione attraverso l'attività di simulazione (Meltzoff, Gopnik, 1995).

Numerosi studi hanno ipotizzato l'esistenza di due distinti meccanismi alla base del comportamento imitativo che si esprimono secondo modalità diverse in base alle specifiche richieste della situazione da affrontare: uno responsabile dell'automatica risonanza motoria delle azioni osservate e l'altro coinvolto più in generale nell'apprendimento e nella replicazione di associazioni sensomotorie. Due sono, cioè, i processi imitativi distinti ma complementari che possano essere elicitati dall'osservazione dei movimenti dei nostri conspecifici: un processo automatico di risonanza motoria che si attiva in modo anatomicamente congruente quando la nostra attenzione è diretta alla postura o alle caratteristiche cinematiche delle azioni altrui (come, ad esempio, quando semplicemente osserviamo i movimenti di un'altra persona); e un meccanismo di associazione stimolo-risposta basato sull'apprendimento, che si attiva in modo speculare, vale a dire, spazialmente corrispondente ai corpi, quando dirigiamo la nostra attenzione verso lo scopo delle azioni altrui (come, ad esempio, quando imitiamo i movimenti diretti verso un oggetto eseguiti da un'altra persona). La prima, diffusa per lo più tra gli psicologi sperimentali, si riferisce alla capacità di un individuo di replicare un atto che appartiene al suo patrimonio motorio,

dopo averlo visto fare da altri; la seconda, propria degli etologi, presuppone che tramite l'osservazione un individuo appreneda un *pattern* d'azione nuovo e sia in grado di riprodurlo nei dettagli. Entrambe gli argomenti rimandano ad una serie di questioni connesse al cosiddetto “problema della corrispondenza”.

Una delle teorie specialiste più influenti è quella dell'*Active Intermodal Matching* (AIM; Meltzoff e Moore, 1979, 1997), che risolve la fondamentale questione di come sia possibile realizzare la corrispondenza fra azioni osservate e azioni eseguite durante l'imitazione proponendo che l'informazione visiva derivata dall'osservazione dell'azione del modello e l'informazione propriocettiva originata dall'esecuzione dell'azione da parte dell'imitatore vengano confrontate all'interno di un comune sistema rappresentazionale sopramodale¹¹⁰. La condivisione del medesimo codice neurale rappresenterebbe, cioè, il prerequisito dell'imitazione. Tale sistema, secondo la AIM, è innato e codifica le azioni in termini di “relazioni fra organi” (effettori). A livello neurofisiologico comprenderebbe una regione del cervello che codifica una precoce descrizione visiva dell'azione da imitare; una seconda regione che codifica le specifiche motorie dettagliate dell'azione da copiare; e una terza regione che codifica l'obiettivo dell'azione imitata (Lou, 2004; Iacoboni, Uddin, 2008). Evidenze a favore dell'esistenza di un tale sistema sopramodale innato provengono da studi che mostrano che, già a poche ore di vita, i neonati sono in grado di imitare alcune espressioni facciali, come la protrusione della lingua e le espressioni facciali eseguite da un modello adulto. La teoria prevede che già i neonati a poche settimane di vita riescono a codificare le azione osservate attraverso

¹¹⁰ Seguendo l'approccio “specialista”, l'imitazione dipenderebbe da un meccanismo specificamente dedicato a queste due funzioni. A differenza dell'approccio generalista che è basato su una netta separazione tra codici sensoriali e codici motori, il modello della teoria specialista ha preso, in quest'ultimi anni, il sopravvento grazie ai lavori di Prinz e dei suoi collaboratori. Essi si richiamano alla nozione di “azione ideomotoria” precisata da Lotze (1852) e William James (1890), ed estesa poi all'imitazione sotto forma di principio di “compatibilità ideomotoria” dallo psicologo americano Anthony Greenwald (1970). In base a tale principio più un atto percepito assomiglia a uno presente nel patrimonio motorio dell'osservatore più tende ad indurlo l'esecuzione: percezione ed esecuzione delle azioni debbono pertanto possedere uno “schema rappresentazionale comune”, dove questo schema appare modulato dalla comprensione del tipo d'atto, ovvero dello scopo o dello stadio finale dei movimenti compiuti dal dimostratore.

un sistema *sovramodale* (cioè indipendente da una specifica e sola modalità percettiva) innato, che unificherebbe l'osservazione e l'esecuzione degli atti motori. Sostanzialmente l'imitazione attuata dal neonato è concettualizzata come un processo attivo di progressivo "accoppiamento" (*matching*) all'azione dell'altro, reso possibile da un dispositivo neurale che permette di porre in corrispondenza (in una rappresentazione sovramodale) il contenuto propriocettivo dell'azione osservata con i propri movimenti corporei (Decety, Sommerville, 2003). Il feedback propriocettivo che ne deriva, garantito oltremodo da specifici segnali effettori, permette di confrontare le proprie azioni con quelle del modello attraverso ciò che è stato definito come un processo di "accoppiamento a un target". Secondo tale modello la percezione di corrispondenze crossmodali permetterebbe al neonato di connettere stimoli sociali (azioni ed espressioni degli altri essere umani) e stati interni (di "attivazione" e "consapevolezza" propriocettiva) fin dall'inizio della sua vita.

Il meccanismo di rappresentazione sovramodale ipotizzato del modello imitativo di Meltzoff ha implicazioni profonde per la fondazione dell'esperienza intersoggettiva. Sostenere l'esistenza di un meccanismo di trasformazione diretto fra informazioni visive e atti motori potenziali equivale, infatti, a dire che la stessa logica funzionale all'opera nel controllo del proprio agire opererebbe anche durante la comprensione dell'agire altrui. Entrambi sarebbero espressione di modelli d'interazione intero soggettivi che mappano i propri referenti su identici nodi funzionali-relazionali. L'imitazione di un comportamento costituirebbe, così, il ponte che fa sì che lo stato mentale interiore di un'altra persona "attraversi" e venga sperimentato come un proprio stato mentale (Meltzoff, Gopnik, 1993). In altre parole, queste sintonizzazioni di rispecchiamento affettivo e intersoggettivo sarebbero già racchiuse nelle routine automatiche e procedurali del sistema motorio. Meltzoff e Gopnik (1997) suggeriscono, infatti, che le interazioni imitative possano servire a riconoscere l'altro come

simile a sé¹¹¹. Gli autori propongono che il bambino utilizzi la sua capacità innata transmodale per rappresentarsi i movimenti visivi a livello delle sensazioni propriocettive generate dai propri movimenti durante l'atto imitativo. Assumiamo che questo avvenga sia a livello degli indizi di stato viscerali e fisiologici che accompagnano gli stati delle emozioni fondamentali, sia a livello delle diverse conseguenze propriocettive dei movimenti muscolari facciali:

i lattanti possiedono un codice per interpretare che l'altro è "come me" fin dalla prima fase dello sviluppo. Sé e altro possono essere connessi perché le azioni del loro corpo possono essere confrontate in termini commensurabili: "io posso agire come l'altro, e l'altro può agire come me". Un primo esempio di intersoggettività può consistere nello "stato d'essere" che il neonato sperimenta mentre imita intenzionalmente (ivi, p. 58).

Questo stato comprenderebbe un primo senso di sé (la consapevolezza propriocettiva di sé e il tono affettivo provato nello sforzo dell'imitazione), dell'altro (la comprensione delle azioni dell'altro attraverso le proprie) e della relazione (la possibilità di essere in relazione con l'altra persona). Tuttavia potremo sostenere che il ruolo precoce dell'imitazione come fondamento dell'intersoggettività non si esaurisce semplicemente nell'essere esperienza di connessione con un "altro" indifferenziato. Una seconda funzione sarebbe quella di differenziare l'ampia classe degli "altri" in specifici individui. In tal senso il rispecchiamento imitativo è utilizzato anche per verificare l'identità degli individui. Considerando, infatti, che l'intersoggettività richiede non solo comunione ma anche differenziazione di sé e dell'altro, cioè una relazione con l'altro considerato come specifico individuo, l'imitazione viene interpretata come funzionale al suo sviluppo anche in questo secondo senso. Il risultato degli esperimenti metterebbe, infatti, in luce che, oltre all'informazione spaziotemporale, i lattanti usano le modalità di interazione (specifiche azioni del corpo ed espressioni) con cui le persone si propongono, cioè proprietà funzionali che possono essere

¹¹¹ L'ipotesi del modello "proprio come me" di Meltzoff e Gopnik riguarda la preferenza mostrata per il rispecchiamento sociale, prevalentemente orientato verso la ricerca di contingenze sensomotorie.

stimolate attraverso l'interazione come "marcatori" di identità personale¹¹². Nello specifico le prime forme di interazione imitativa, secondo Tronick (1989, 1998, 2001) genererebbero "stati diadici di coscienza" che contribuiscono ad espandere a livelli di maggiore complessità l'organizzazione degli stati mentali. Nel caso di un neonato in interazione con il proprio caregiver, come ogni sistema capace di autorganizzazione, in base alle informazioni che incorpora (input percettivi, output motori, intenzioni d'azione, informazioni di ritorno rispetto ai propri obiettivi) è in grado di organizzare uno stato "affettivo" coerente e di manifestare questo stato attraverso una configurazione espressiva che include azioni, espressioni facciali e vocali, sguardo e movimento del corpo.

La percezione delle contingenze interpersonali, ossia dell'influenza del proprio stato e comportamento, gioca, così, un ruolo importante tra i processi all'origine dell'intersoggettività, non meno importante della percezione di corrispondenze crossmodali tra le proprie azioni e quelle del partner. L'"imitazione precoce" (*early imitation*), definita anche da Trevarthen (1998) come "intersoggettività primaria" getterebbe, infatti, nuova luce sulla "ri-enazione imitativa" (Braten, 1988, 1998) nonché sui passaggi che vanno dalla simulazione *embodied* delle azioni alla simulazione dei processi di comprensione mentale. In quest'ottica, anche i meccanismi che secondo la psicologia cognitiva sarebbero caratteristici dello sviluppo dell'intersoggettività, come il linguaggio, possono essere interpretati in modo alternativo, ovvero mettendo in luce la base pre-riflessiva a partire dalla quale essi possono svilupparsi. La nostra comprensione della mente degli altri sarebbe, cioè, fondata su un accesso primariamente introspettivo che poggia su di un sistema di risonanza

¹¹² Nello specifico Meltzoff e Moore hanno posto lattanti di sei settimane nella situazione in cui due persone diverse Aarrivavano di fronte al bambino, interagivano brevemente, e poi se ne andavano: la madre compariva e proponeva un gioco (per esempio l'apertura della bocca) al lattante; poi se ne andava, e al suo posto arrivava un estraneo che proponeva un gioco diverso (per esempio la protusione della lingua). Quando i lattanti eseguivano visivamente tutti questi cambiamenti, cioè l'arrivo e l'allontanamento di ciascuno dei due partner, riuscivano a cambiare gioco secondo il partner, imitando l'apertura della bocca con uno e la protusione della lingua con l'altro. Quando invece non seguivano tutti i movimenti, di fronte al secondo adulto esitavano perplessi, scrutando la nuova persona, e poi riproponevano l'azione del partner precedente. Questo esempio di imitazione differita potrebbe essere interpretato come una sorta di "test comportamentale" adottato dal bambino per verificare se il nuovo partner fosse la persona precedente o una diversa.

sensori-motoria di basso livello e che si serve di risorse motivazionali ed emotive di comprensione propria e altrui. Stern ha recentemente introdotto il concetto di “matrice intersoggettiva” (2005) proprio per indicare come ogni persona, fin dai primi mesi di vita, cresca circondata dalle intenzioni, dagli stati affettivi, dai desideri e dai pensieri degli altri che interagiscono costantemente con i propri, in un dialogo incessante da cui sviluppa la vita mentale soggettiva. Un ulteriore correlato neurale della “matrice intersoggettiva”, è offerto secondo l’autore, dalla scoperta degli oscillatori adattivi (Varela, Lachaux et al., 2001), cioè di quei meccanismi biologici che, registrando in tempo reale le proprietà dei segnali in ingresso e sincronizzando il tasso di attivazione neurale con il periodo di questo input, permettono la coordinazione temporale con i movimenti e le intenzioni di un’altra persona. Sebbene non siano ancora disponibili ricerche sui neuroni specchio e gli oscillatori adattivi riferite ai primi mesi di vita numerose ricerche concordano nel ritenere che i bambini nascono con un apparato psichico sintonizzato, in modo speciale, sulla mente e il comportamento degli altri esseri umani. Questo processo si compie principalmente attraverso la ricerca di corrispondenze cross modali nell’intensità, nella forma e nel ritmo degli stimoli e dei comportamenti. La proposta deriva da un’osservazione fenomenologica della prassi sociale, secondo cui essa non avviene necessariamente ad un livello meta-cognitivo. Nella maggior parte dei casi ciò che avviene sono relazioni intersoggettive, che coinvolgono metodi di comprensione essenzialmente pragmatici e immediati (Gallagher 2004)¹¹³. Questa ipotesi teorica applica quei principi che abbiamo visto essere propri dell’idea di una mente incorporata. Ponendo attenzione a quei meccanismi che permettono ad un agente cognitivo di essere situato relativamente ad un contesto sociale, legato ad una dimensione temporale, capace di scambiare attivamente informazioni con un ambiente che fa a sua volta da impalcatura alle sue attività cognitive.

¹¹³ Occorre sottolineare che la distinzione fatta da Gallagher tra meta-cognizione e interazioni sociali dirette non ha nulla a che vedere con la distinzione tra sistemi coscienti e non. I sistemi meta-cognitivi, che permettono una comprensione teorica dei comportamenti possono essere inconsci e risultare tuttavia inutili in gran parte della prassi sociale quotidiana. Non è l’esistenza di queste strutture meta-cognitive ad essere messa in discussione, quanto il loro ruolo nelle prassi sociali di una mente incorporata.

3.6.2 Sintonizzazione ed enazione nell'ontogenesi

La capacità innata di sintonizzazione intersoggettiva ha sostituito le precedenti prospettive teoriche, che considerano gli infanti come “asociali” ed “egocentrici”, con una nuova visione di comunione interpersonale e apprendimento mediante “partecipazione allocentrica” (Braten, 1998). I dati empirici riportati nel paragrafo precedente suggeriscono che fin dalla nascita gli infanti posseggono una certa capacità definita da Braten partecipazione allocentrica e da Trevarthen “intersoggettività primaria”.

Queste forme di sintonizzazione intersoggettiva getterebbero nuova luce sulla ri-enazione imitativa, nonché sui passaggi che vanno dalla simulazione embodied delle azioni alla simulazione della mente. Questi passaggi corrispondono a livelli stratificati di sintonizzazione intersoggettiva, dei quali il primo è operativo sin dalla nascita e continua per tutta la vita con il compito di supportare livelli di cognizione superiore:

1. Sintonizzazione intersoggettiva primaria (Trevarthen, 1995; 1998) in un formato reciproco soggetto-soggetto di proto conversazione e comunicazione interpersonale esibita nelle prime settimane e mesi di vita. Essa preannuncia quel tipo di rispecchiamento reciproco e presa di turni presente anche nella conversazione verbale matura.
2. Sintonizzazione intersoggettiva secondaria in un formato triangolare soggetto-soggetto-oggetto che include attenzione condivisa e partecipazione allocentrica (Braten, 1989) nei movimenti orientati all'oggetto. Questo tipo di sintonizzazione ha inizio tra i sei e i nove mesi con l'uso cooperativo di oggetti, che invitano ri-enazione circolare, come ad esempio imparare per imitazione a manipolare gli oggetti.
3. Comprensione intersoggettiva terziaria (Hubbley, 1978) nel discorso narrativo e colloquiale, la quale comporta predicazione e un senso di sé e dell'altro verbale o narrativo in modalità di primo ordine di interazione simbolica (dall'età di circa diciotto-ventiquattro mesi). La comprensione di

secondo ordine della mente e delle emozioni altrui apre alla presa di prospettiva e all'assorbimento emozionale.

Queste tappe sono sostenute da capacità e competenze che si dispiegano nei livelli di ordine basso i quali continuano ad essere operativi per tutta la vita. L'ipotesi è che un'attenta osservazione dei meccanismi che regolano le interazioni sociali primarie possa portare alla luce l'esistenza di specifici pattern evolutivi. Trevarthen e Hubley (1978), ad esempio, hanno studiato le complesse dinamiche d'interazione tra una bambina e sua madre dal primo all'ottavo mese d'età constatando l'esistenza di un pattern ricorrente. Il loro scopo era di determinare l'origine di un cambiamento nel comportamento infantile che emerge intorno ai nove mesi, denominato anche "intersoggettività secondaria". Il termine indica un rapporto intersoggettivo durante il quale gestualità primitiva e prassi esplorative si combinano per portare ad un sistema elaborato di "attenzione condivisa". Questi autori hanno individuato un pattern ricorrente che si snoda attraverso tre fasi. Durante la prima si hanno forme d'interazione diadica basilare presenti già durante il secondo mese di sviluppo (ad esempio suoni, gesti e forme imitative rudimentali) che costituiscono una gestualità primitiva. In una seconda fase queste forme diminuiscono drasticamente per lasciar spazio ad altre prassi esplorative (ad esempio la manipolazione di oggetti o forme più complesse di gioco) che il bambino svolge individualmente. Questa drastica riduzione nell'interazione con la madre, costituisce in realtà il preludio ad una terza fase in cui emerge appunto l' "intersoggettività secondaria" (Braten, Trevarthen, 2007), durante la quale le prime due capacità si combinano dando origine a meccanismi di attenzione condivisa. Queste ricerche sembrano supportare la possibilità di rintracciare dei pattern comportamentali specifici durante lo sviluppo cognitivo di forme d'interazione sociale primaria. Sembrerebbe inoltre che la gestualità svolga un ruolo importante all'interno di questi pattern. Studi sulla capacità da parte di soggetti autistici di iniziare processi di attenzione condivisa hanno dimostrato che i questi meccanismi potrebbero essere compromessi e in modo qualitativamente specifico. Solitamente gli studi sull'attenzione condivisa distinguono i gesti denominati proto-imperativi (ossia atti

attraverso cui il bambino utilizza una persona per ottenere un evento o un oggetto) dai gesti proto-dichiarativi (ossia gli atti con i quali un bambino semplicemente attira l'attenzione di un'altra persona verso un oggetto o un evento). Mentre i bambini solitamente sviluppano entrambe le capacità, nei casi di autismo, ad esempio, i gesti proto-imperativi sono molto più numerosi rispetto a quelli proto-dichiarativi che sono quasi del tutto assenti (Hobson, 1993). La capacità di compiere atti proto-dichiarativi e di coordinare l'attenzione dell'altro verso determinati oggetti o eventi è importante all'interno del pattern evolutivo sopra descritto. I gesti proto-dichiarativi sono infatti un tipico modo di coordinare prassi esplorativa e comunicazione in un gesto, ossia sono alla base di quella terza fase in cui emerge l'intersoggettività secondaria. L'esempio è quello di un bambino che offre un oggetto al palmo aperto della madre per richiamare la sua attenzione verso la dimostrazione di nuovi modi di esplorare l'oggetto. In questo modo il bambino coordina una forma di gestualità elementare e una prassi esplorativa in una nuova forma di condivisione intersoggettiva. Il fatto che, tali atti proto-dichiarativi siano compromessi nei casi di autismo, può spiegare la mancata costituzione di quei sistemi di attenzione condivisa che costituiscono le interazioni sociali primarie.

A tale proposito Braten parla di "partecipazione allocentrica" in riferimento alle prime forme di attenzione condivisa. Questo comporta un formato triangolare soggetto-soggetto-oggetto, che implica attenzione condivisa e partecipazione ai movimenti finalizzati all'oggetto da chi fa da modello. In questo esatto opposto la partecipazione allocentrica comporta la capacità empatica di identificarsi con l'altro in maniera partecipativa, il che provoca co-enzione ed esperienza condivisa come se ci si trovasse al centro corporeo dell'altro. Stern (2004) considera, ad esempio, la partecipazione allocentrica come la capacità intersoggettiva fondamentale, quella che rende possibile l'imitazione, l'empatia e l'identificazione. Queste forme di apprendimento mediante ri-enzione imitativa possono essere spiegate attraverso un senso emotivo e partecipativo di esperienza soggettiva più primitiva nell'immediatezza percepita. La partecipazione allocentrica comporta, infatti, la possibilità empatica di identificarsi con l'altro in

maniera partecipativa, suscitando co-azione o esperienza condivisa. Tutto questo ha a che vedere con il salto qualitativo nella simulazione della mente con riferimento a livelli stratificati di sintonizzazione intersoggettiva nell'ontogenesi. Questa precoce comprensione fornisce una base fondamentale per capire gli stati mentali altrui. La percezione e il controllo di un'azione sono meccanismi che sin dai primissimi mesi di vita sono profondamente intrecciati in maniera simile a quanto avviene negli adulti.

A partire dalla ricerca riportata si può giungere alla conclusione che lo sviluppo cognitivo non soltanto dipende dalla nostra esperienza personale nell'agire, ma anche da esperienze condivise con altre persone. La presenza precoce del sistema di neuroni specchio e della comune rappresentazione tra azione e percezione come descritta nel modello del codice comune spiega la bidirezionalità dell'influenza causale della percezione e del riconoscimento delle azioni anche nel modello di sintonizzazione intersoggettiva proposto dalla teoria AIM. Un'interrelazione forte e bidirezionale già nella primissima infanzia potrebbe servire da potentissimo motore nello sviluppo della comprensione sociale. Non ridursi né all'una né all'altra direzione di influenza aumenta le possibilità di acquisire conoscenza sul mondo circostante sociale e fisico. Abbiamo bisogno di coordinare le nostre azioni con gli altri, e di comprendere le interazioni. È pertanto di estrema rilevanza imparare a controllare le proprie azioni per arrivare a comprendere e interpretare le azioni eseguite dagli altri. Abbiamo mostrato come questa intersoggettività sia presente sin dalla primissima infanzia, ipotizzando l'utilizzo del sistema motorio nello sviluppo della comprensione intenzionale.

3.7 Architettura minima neuronale per l'imitazione

Le proprietà funzionali dell'architettura minima neuronale per l'imitazione possono essere mappate sull'architettura funzionale di modelli precoci e inversi, sviluppati nella letteratura sul controllo motorio (Wolpert e Kawato, 1998). I modelli inversi sono importanti per il controllo motorio, mentre i modelli precoci sono importanti per l'apprendimento motorio. Un modello

inverso recupera la pianificazione motoria necessaria per raggiungere uno stato sensoriale desiderato. L'input del modello inverso è lo stato sensoriale desiderato e l'output del modello inverso è la pianificazione motoria necessaria per raggiungere tale stato sensoriale. Nel nostro caso, l'imitatore desidera imitare l'azione dell'attore e si crea un modello inverso che ha come input la descrizione visiva dell'azione osservata nelle aree specchio frontali-parietali che producono l'output del modello inverso, il comando motorio necessario per imitare l'attore. Una copia efferente del comando motorio viene immagazzinata per creare un modello precoce che permette di predire le conseguenze sensoriali dell'azione imitativa pianificata. Un modello precoce è, in questo senso, una mimica del sistema motorio e la previsione viene confermata da un feedback ri-afferente, allora l'accoppiamento di un modello precoce e inverso è rinforzato da un "segnale di responsabilità" (Haruno et al., 2004) che assegna alta responsabilità per l'imitazione di quella data azione a quel specifico accoppiamento di modello precoce-inverso.

Alcune osservazioni neuro-anatomiche suggeriscono che l'area F5 del cervello del macaco è il precursore evuluzionario dell'area Brodmann 44 del cervello umano (Rizzolatti, Arbib, 1998). L'area Brodmann 44 (BA 44) è un'area citoarchitettonica che mappa sulla parte della corteccia frontale inferiore un'area che abbiamo visto essere fortemente implicata nell'imitazione. La BA44 è infatti la parte dell'area di Broca, la più importante regione corticale per l'elaborazione del linguaggio nel cervello umano. Il coinvolgimento simultaneo della BA44 nel linguaggio e nell'imitazione e le considerazioni anatomiche evolutive suggeriscono collegamenti funzionali tra l'imitazione e il linguaggio. In termini di rappresentazione motoria delle parti del corpo, infatti, la F5 nei macachi contiene una rappresentazione dei movimenti della mano e una rappresentazione per i movimenti aptico-somatici, e cioè quelli relativi alla bocca. Pertanto ci si aspetterebbe anche una rappresentazione motoria per la mano e per la bocca nell'area BA44. Diversi studi di imaging hanno riportato l'attivazione dell'area BA44 in compiti motori che coinvolgevano la mano e la bocca (Krams et al., 1998). La convergenza suggerisce

l'esistenza di strutture neuronali condivise e dunque una continuità evolutiva tra il riconoscimento dell'azione, l'imitazione e il linguaggio. Le tre aree che formano ciò che Iacoboni (2004; 2008) definisce come "architettura neuronale minima per l'imitazione" sono tutte localizzate attorno ad un solco importante del cervello umano, la fessura silviana. La corteccia attorno alla fessura silviana è chiamata perisilviana ed è una zona estremamente importante per il linguaggio. Da un meccanismo neuronale relativamente semplice di abbinamento tra osservazione ed esecuzione di un'azione, si sono costruite proprietà funzionali più complesse che supportano l'emergenza di comportamenti complessi. Se questo scenario ipotetico è plausibile si dovrebbero osservare tra le specie cambiamenti morfometrici localizzati attorno alla fessura silviana, sostenendo così l'ipotesi che il sistema di riconoscimento dell'azione del macaco è il precursore dei sistemi neuronali associati con il linguaggio nel cervello umano. Da un punto di vista funzionale, il sistema specchio sembra il criterio di "assunzione di parità" tra un mandante e un ricevente di un messaggio, proposto da Alvin Liberman e la sua teoria motoria di percezione del linguaggio (Liberman, Mattingly, 1985; Liberman, Whalen, 2000). Qui quello che conta per il mandante deve contare, anche, per il ricevente. Pertanto è necessario un codice comune per la percezione del linguaggio e la sua produzione. Recentemente sono state fornite prove in favore di tale codice nel dominio del linguaggio da uno studio TMS durante l'ascolto di un discorso. Si è visto che i muscoli della lingua dell'ascoltatore erano molto più eccitabili da un singolo impulso TMS inviato attraverso la corteccia motoria quando stavano ascoltando parole che comprendevano forti movimenti della lingua quando pronunciate (Fadiga et al., 2002). Questa prova è compatibile con la teoria motoria di percezione del linguaggio secondo la quale è l'attivazione del gesto motorio articolatorio che permette la percezione dei suoni di un discorso. Un altro collegamento empirico tra percezione del discorso e sistema di riconoscimento dell'azione del macaco è stato recentemente fornito da dati su unità singola. È stato dimostrato che i neuroni specchio dell'area del macaco F5 scaricano non soltanto alla vista di un'azione, ma anche al suono di un'azione. Questi dati

suggeriscono due cose nello specifico: primo, i neuroni specchio hanno l'accesso uditivo necessario per implementare la percezione del discorso; secondo, permettono una rappresentazione multimodale dell'azione che non è collegata solo al canale visivo. Questo può facilitare l'apprendimento dei suoni del linguaggio attraverso l'imitazione.

A sostegno di tale ipotesi sono portati anche i “comportamenti di imitazione”, talvolta esibiti a seguito di lesioni cerebrali del lobo frontale, che consistono nella tendenza involontaria a imitare i gesti e le espressioni altrui (Lhermitte, Pillon e Serdaru, 1986). Questo disturbo comportamentale viene ricondotto alla perdita della capacità di inibire, a seguito dell'osservazione delle azioni eseguite da altre persone, l'automatica attivazione e messa in atto delle corrispondenti rappresentazioni motorie (Brass, Zysset e von Cramon, 2001)¹¹⁴. Meltzoff e Decaty (2002; 2003), sostengono che l'imitazione costituisce la base per la rappresentazione del pensiero altrui, e quindi dell'insorgenza di TOM, così come per lo sviluppo empatico e di comprensione della mente altrui. In particolar modo Meltzoff (2002) spiega come ciò potrebbe accadere attraverso un modello a tre stadi. In primo luogo, l'equivalenza innata tra gli stati propri e quelli altrui, dimostrata dal fatto che i neonati sono in grado di imitare e riconoscere le equivalenze tra gli atti osservati e quelli eseguiti, costituisce la base per costituzione di una teoria della mente. In seguito, i neonati imparano ad associare a determinati comportamenti i loro stati interni, per esempio ad associare il sorriso ad un particolare stato mentale. Il terzo stadio è quello che darebbe l'avvio allo sviluppo della teoria della mente: osservando i comportamenti altrui i neonati tenderebbero ad inferire che ad essi sono associati gli stessi stati mentali associati ai propri. In pratica la comprensione degli stati mentali altrui avverrebbe sulla base dell'analogia tra gli altri e se stessi e delle relazioni tra comportamenti e stati interni.

¹¹⁴ Evidenze più dirette dell'esistenza di un sistema di neuroni specchio nel cervello umano provengono da alcuni recenti studi di neuroimmagine che, impiegando la *repetition suppression* (fenomeno per cui l'elaborazione di un dato stimolo determina una riduzione dell'attivazione cerebrale elicitata da un successivo stimolo con caratteristiche analoghe), hanno individuato popolazioni neuronali con proprietà specchio nella corteccia parietale inferiore (Chong, Cunnington, Williams, Kanwisher e Mattingley, 2008) e nel giro frontale inferiore (Kilner, Neal, Weiskopf, Friston e Frith, 2009) che codificano, rispettivamente, azioni intransitive e azioni transitive.

Secondo questi autori l'imitazione motoria giocherebbe quindi un ruolo chiave, perché costituirebbe l'anello mancante tra gli studi sui neuroni mirror e quello sulla cosiddetta teoria della mente. La distinzione tra esseri umani e altri animali, sarebbe dovuta proprio alla capacità di imitare i movimenti. Le scimmie, infatti, pure possedendo i neuroni specchio ed essendo quindi in grado di imitare in maniera implicita, non imitano effettivamente e non possiedono una teoria della mente, sebbene il dibattito su quest'ultimo aspetto sia ancora più o meno controverso. Analizziamo ora brevemente altri punti di vista sulla comunicazione mimetica, che ci offriranno spunti interessanti di riflessione e critica su una continuità evolutiva tra azione, imitazione e linguaggio.

5.7.2 Una via per il linguaggio

Robert Logan (2004) che si occupa dell'origine del linguaggio e in particolare dell'emergenza del discorso, servendosi in parte del lavoro di Merlin Donald (1991)¹¹⁵, sostiene che il linguaggio emerga dalla biforcazione, rispetto alle antropomorfe, tra processi di pensiero basati sull'azione e processi di pensiero basati sulla percezione. Secondo l'autore, infatti, la cultura mimetica dei nostri predecessori sarebbe stata principalmente incanalata sulla percezione poiché, il principio di similarità che lega l'azione mimetica e il suo referente è percettivo. Il passaggio a processi di pensiero basati sui concetti è iniziato quando l'incremento della complessità sociale e delle necessità del gruppo non potevano essere gestite senza un livello di astrazione, pena una situazione di caos determinata dalla quantità eccessiva di informazione. I percetti infatti sono le dirette impressioni del mondo esterno che acquisiamo con i nostri sensi, i concetti invece sono idee astratte che formiamo per induzione. Quindi i concetti ci permettono di relazionarci a eventi o entità lontani nel tempo e nello spazio. Il passaggio da queste forme così diverse di pensiero sarebbe avvenuto,

¹¹⁵ Le caratteristiche che Donald attribuisce alla mimesi sono essenzialmente: il riferimento, l'intenzionalità, la comunicatività, la volontarietà, la generatività. Queste caratteristiche designano un sistema comunicativo intermedio tra quello umano e quello animale, poiché vi sono tre nuovi tratti presenti nel nostro linguaggio: convenzionalità, arbitrarietà e sistematicità delle relazioni interne tra i segni.

secondo Logan, grazie al linguaggio. Naturalmente non si può fare riferimento ad un semplice rapporto di causalità lineare, non si può dire che il linguaggio ha dato luogo ai concetti o viceversa. Piuttosto, il discorso e la concettualizzazione sono emersi nello stesso momento creando le condizioni per la loro mutua comparsa, in un meccanismo di autocatalisi¹¹⁶.

La mimesi dunque costituirebbe un momento di passaggio, tipico di un proto linguaggio basato sulla percezione, dotato di una primitiva forma di sintassi, ma lontano dall'astrazione concettuale e dalla formazione della mente. Logan infatti sostiene che vi sia una differenza tra mente e cervello relativamente alla nascita del linguaggio, nel senso che, filogeneticamente, il cervello è caratterizzato da processi di pensiero basati sulla percezione, e l'avvento della mente c'è stato con l'avvento del linguaggio¹¹⁷. Nella prospettiva di Logan, dunque, seppur la mimesi riveste un ruolo non secondario nella determinazione del proto linguaggio, e nella successiva formazione del linguaggio vero e proprio, si configura all'interno di un quadro che non condividiamo, in cui vale l'equazione mente = cervello + linguaggio. Conseguentemente non possiamo concordare neanche con l'idea del "salto" che ci sarebbe stato da processi di pensiero *percept-based* a processi di pensiero *concept-based*, perché forieri di una visione dell'evoluzione non gradualista e continuista. In questa prospettiva la gestualità, e successivamente la mimesi, hanno svolto un ruolo certamente importante, ma non come precursori della comunicazione verbale, bensì come caratteristiche del discorso, assimilate e coevolute col discorso stesso. Peter Gärdenfors (1994) offre una nuova definizione di mimesi, per cui un atto può essere definito mimesi corporea se: coinvolge una mappatura tra propriocezione ed esterocezione (*cross-modality*); il movimento corporeo è

¹¹⁶ Questa idea comporta un leggero cambiamento di prospettiva rispetto a Donald, infatti se per questi l'uso di strumenti, il controllo del fuoco, l'organizzazione sociale e altre componenti, sono state tutte delle pre-condizioni per la nascita della comunicazione mimetica e del linguaggio, per Logan il linguaggio emerge proprio a partire da questa complessità di elementi. Le prime parole sono state corrispondenti ai primi concetti, poiché il linguaggio verbale e il pensiero concettuale astratto sono emersi esattamente nello stesso momento. La transizione dal pensiero basato sulla percezione degli ominidi pre-linguistici ad uno basato sui concetti è per Logan un esempio di equilibrio punteggiato, il momento in cui è emerso *Homo sapiens sapiens*.

¹¹⁷ Questa transizione sarebbe avvenuta 50/100.000 anni fa, con la nascita della sintassi. Il linguaggio diventa uno strumento che amplia l'efficacia del cervello e crea la mente.

controllato (*volizione*); il corpo e il suo movimento corrispondono a qualche azione, oggetto o evento (*rappresentazione*); l'individuo compie l'azione che sta per qualcos'altro rivolgendola ad un destinatario (*funzione comunicativa del segno*). L'azione però non può essere considerata mimesi corporea se è pienamente convenzionale, quindi simbolica, ed è proprio in questo che si differenzia dal linguaggio vero e proprio.

Bisogna porre l'accento a questo punto su due elementi rilevanti: innanzitutto la mappatura tra propriocezione ed esterocezione chiarisce in che senso la mimesi coinvolge il corpo (compresi organi specifici come il tratto vocale; e se anche la comprensione del discorso) secondo la teoria motoria della percezione del discorso implica una mappatura così come il discorso implica la mimesi corporea. In secondo luogo è attraverso queste caratteristiche che Gärdenfors è in grado di delineare una gerarchia della mimesi. Gli atti che coinvolgono unicamente la prima condizione, la *cross-modality*, vengono definiti proto-mimetici, ad esempio le espressioni facciali dei neonati; comportamenti come il pointing imperativo o l'auto-riconoscimento allo specchio coinvolgono le prime tre caratteristiche e possono essere considerate a pieno titolo mimesi corporea. Siamo ancora però al livello della mimesi diadica, in cui l'individuo distingue soltanto la rappresentazione dall'entità che corrisponde a questa rappresentazione, il terzo livello è costituito dalla mimesi triadica, nella quale oltre alla volizione e alla rappresentazione è presente anche la funzione comunicativa del segno. Infine l'ultimo livello è rappresentato dalla post-mimesi, caratterizzata dalla simbolicità ed esemplificata dalla lingua dei segni. Gärdenfors, Perrson e Zlatev (2008) applicano questa classificazione a tre abilità cognitive e comunicative: l'imitazione, l'intersoggettività (teoria della mente) e i gesti; e se ne servono come strumento concettuale, al fine di ipotizzare cosa ci differenzia dal resto del regno animale, considerando la specificità dell'uomo sempre in una prospettiva evuzionista e continuista. Naturalmente il primo e più chiaro esempio di imitazione protomimetica è costituito dal *mirroring* facciale dei neonati, che si riscontra verso le sei settimane di vita, e che ritroviamo anche negli scimpanzé intorno alle 9-11 settimane di vita. Nell'imitazione mimetico-diadica invece il soggetto

distingue tra se stesso e il modello che imita, e gli scimpanzé si sono mostrati in grado di imitare un certo numero di azioni, soprattutto quelle legate al raggiungimento del cibo. Hanno dimostrato di avere una certa dimestichezza anche con l'*action-level* e l'imitazione di sequenze, ma comunque mostrano delle carenze nella piena abilità imitativa, anche perché per uno scimpanzé risulta molto più semplice imitare un'azione che prevede azioni motorie più familiari che azioni del tutto nuove. La causa potrebbe essere individuata nella mancanza di abilità intersoggettive o in carenze negli aspetti percettivo-motori, e più probabilmente sono questi ultimi ad essere carenti nei primati non umani, dato che essi sembrano possedere capacità relazionali cooperative discretamente sviluppate (Tomasello, 2008).

L'ambito successivo a cui Gärdenfors applica la mimesi è l'intersoggettività, sostenendo che rispetto all'evoluzione del linguaggio ciò che per le scimmie è difficile imparare non è la sintassi ma la semantica, visto che hanno abilità imitative e possono condividere stati mentali. La condivisione di stati mentali, rispetto all'imitazione, non sembra avere un collegamento diretto con la mimesi corporea, forse perché secondo la scienza cognitiva classica condividere la mentalità dell'altro è solo una questione di rappresentazioni proposizionali, convinzione dalla quale è scaturito un ampio dibattito sulla possibilità che le scimmie abbiano una teoria della mente e sull'età a cui i bambini sviluppano una teoria della mente. Gärdenfors (2003), al fine di studiare e comprendere le abilità di animali, bambini e adulti, propone una suddivisione della teoria della mente in sei componenti, che potrebbero corrispondere a diverse fasi ontogenetiche e filogenetiche. In questa prospettiva la mimesi corporea assume rilevanza rispetto all'intersoggettività e ci si potrebbe chiedere quale tra i due sia stato il fattore causale: è la mimesi un'attività interpersonale primaria che tramite l'esercizio ha fornito le spinte selettive per una teoria della mente più raffinate o le crescenti abilità nella "lettura delle menti altrui" hanno permesso lo sviluppo di forme di mimesi sempre più complesse? Probabilmente, come pensiamo sia successo spesso nella storia dell'evoluzione, queste due abilità sono coevolute, nonostante riteniamo

che sia necessaria una teoria della mente sufficientemente sviluppata, insieme ad altre capacità cognitive, per la nascita di una forma di comunicazione, anche mimetica. L'intersoggettività al livello della protomimesi è evidente nel *mirroring* neonatale, in cui il bambino ha una percezione, anche inconscia, di sé, e un'abilità di condividere emozioni, quindi empatia. Le interazioni tra adulti e bambino nei primi mesi di vita assumono la forma di una "danza ritmica"; infatti come sottolinea Mithen (2005), i bambini dimostrano interesse nei confronti degli aspetti melodici, ritmici e metrici del parlato ben prima di essere in grado di comprendere il significato delle parole. Questo *mirroring* si può osservare anche negli scimpanzé, e sebbene se ne abbiano prove solamente con stimoli di visi umani questo significa che nei primati non umani esistono comunque le basi dell'intersoggettività. L'intersoggettività proto-mimetica si può individuare anche nell'attenzione, in quei comportamenti neonatali come il contatto visivo, il sorridere in maniera intensa e richiamare l'attenzione con le vocalizzazioni, assolutamente precedenti all'attenzione verso l'altro e ancor più all'attenzione condivisa.

L'intersoggettività diadico-mimetica è basata sul controllo consapevole dei movimenti del proprio corpo e sulla loro corrispondenza con quelli di un altro, di modo che immaginiamo l'esperienza dell'altro in base alla nostra in circostanze simili. È caratterizzata da volizione e rappresentazionalità, come nel riconoscimento di se stessi allo specchio, ma non dalla comprensione della funzione comunicativa del segno. Si tratta in questo caso di empatia cognitiva, diversa dalla semplice empatia, nella quale il soggetto è in grado di differenziare tra sé e l'oggetto, e di immaginare o progettare qualcosa sull'oggetto. Esistono numerose evidenze che i primati non umani sono capaci di questo genere di "teoria della mente", ovvero di "*shared attention*", attenzione di secondo ordine, in cui ad esempio "A vede che B vede l'oggetto X". Nell'intersoggettività triadico-mimetica troviamo una comprensione della funzione comunicativa del segno, e conseguentemente il segno ha lo stesso significato per l'emittente e il destinatario. Ciò implica anche una "teoria della mente" di terz'ordine, come nel caso della *joint attention* o attenzione condivisa, nella quale ad

esempio: “A vede che B vede che A vede X”. Gärdenfors pone l’accento sul fatto che la cooperazione avrebbe giocato un ruolo fondamentale, e in accordo con Tomasello vedremo che conferisce un ruolo particolare alla socialità tra gli uomini, come elemento fondamentale nello sviluppo del linguaggio. Per quanto riguarda i primati non umani, i risultati di numerosi esperimenti sembrano abbastanza omogenei nel concludere che non hanno una “teoria della mente” di terz’ordine, nonostante le scimmie allevate con esseri umani mostrino delle capacità maggiori rispetto alle altre. Gärdenfors cita gli studi di Call e Tomasello, sostenendo la forza dell’apprendimento sociale e cooperativo: «the sociocognitive domains in which humans seem to have the highest effect on apes are intentional communication and social learning» (1996, p. 391).

3.7.3. Mimesi e gesti

Il gesto naturalmente costituisce l’elemento più direttamente collegato alla mimesi corporea e Zlatev et al. lo definiscono «*a goal-directed body movement, that requires interpretation from an audience for achieving the gesture’s goal*» (2005, p. 23). Il gesto dunque deve avere uno scopo, e sebbene non tutti i gesti debbano essere intenzionalmente comunicativi, essi devono essere interpretati da un osservatore, e rivelare qualcosa sullo stato mentale di colui che gesticola. La proto-mimesi nei gesti è osservabile nei neonati a partire dai sei mesi, quando i bambini coordinano i movimenti delle mani per raggiungere oggetti a cui sono interessati; non si tratta certamente di gesti comunicativi da parte dei bambini, ma gli adulti spesso interpretano questi gesti come comunicativi, come un desiderio da parte dell’infante di raggiungere l’oggetto.

Nella mimesi diadica invece c’è sia differenziazione che corrispondenza tra il gesto e il suo significato, ed in un certo senso si può parlare di *segno*, se non per il fatto che in questo caso il significato è sempre un’azione desiderata più che un’affermazione (è più un imperativo che un dichiarativo), e inoltre in questa mimesi c’è bisogno di un *mindreading* di secondo ordine e non di terzo ordine, poiché al destinatario non è richiesto

di comprendere la mentalità del mittente, ma solo di prestare attenzione e rispondere con un determinato comportamento. La mimesi diadica si può riscontrare a partire dagli 8 mesi di età, con il *pointing* imperativo, in cui il bambino tenta di far sì che il destinatario compia una precisa azione; in questa fase il bambino può padroneggiare il *pointing* intenzionale senza capire quello altrui. I requisiti della mimesi diadica si trovano anche nei primati non umani: diversi studi di scimmie in cattività (Call, Tomasello, 1994) hanno appurato che gli scimpanzé mostrano la presenza di attenzione, alternanza e persistenza dello sguardo fino a che non raggiungono lo scopo desiderato. Ma non è tutto, gli scimpanzé (Tomasello et al., 1994) si sono mostrati in grado di imparare i gesti, attraverso la *ritualizzazione ontogenetica*, per cui gesti come il cullare o il *grooming* vengono imparati nel corso della vita, in un processo di anticipazione reciproca della risposta. Nel caso della mimesi diadica l'intenzione dell'emittente genera un effetto sul destinatario, e sebbene non siamo in presenza di un'intenzione comunicativa, viene stabilita una relazione rappresentazionale, basata su gesti intenzionali ma non sistematici e non convenzionali. Si tratta dunque di una relazione instabile per un verso, e asimmetrica per l'altro, perché è possibile che solamente una delle due parti percepisca il gesto iconico come tale.

Il passaggio alla mimesi triadica avviene con la comprensione della funzione comunicativa del segno, in cui l'emittente non solo si augura che il destinatario compia una determinata azione, ma contemporaneamente apprezza la relazione tra il gesto e il suo significato. Nei bambini questo terzo tipo di pointing, definito *declarative pointing* (Bates, Camaioni e Volterra 1975), si sviluppa a partire dai 14 mesi di età, ed è caratterizzato dal fatto che il bambino non vuole l'oggetto che sta puntando, ma piuttosto condividere l'attenzione sull'oggetto con il destinatario. Per quanto riguarda i primati non umani, ci sono svariate evidenze che mostrano come i soggetti sottoposti a *training* linguistico e culturale siano perfettamente capaci di utilizzare questo genere di comunicazione (Patterson 1980; Miles 1990); ma la questione si fa interessante se la stessa domanda viene posta relativamente agli scimpanzé allo stato di natura. Gärdenfors, Perrson e

Zlatev fanno riferimento ad uno studio effettuato su un paio di gorilla che vivono in uno zoo: Kubie e Zura, due gorilla dello zoo di San Francisco, che avevano un ricco repertorio di gesti, silenti, udibili e tattili, utilizzati soprattutto in situazioni sessuali o di gioco (Tanner e Byrne, 1996, 1999). Zura rispondeva sempre ai segni di Kubie, e in caso contrario il gesto veniva ripetuto o rafforzato con gesti ulteriori, ma la questione è se Zura realmente comprendeva l'iconicità del segno e rispondeva quindi al significato oppure se quelli di Zura erano semplicemente comportamenti che associava a determinati contesti ed umori. Tuttavia Kubie usava gli stessi gesti con diverse femmine di gorilla, e sembra probabile che questo implichi una fase di astrazione, a tal proposito Tanner e Byrne (1996) suggeriscono che la comprensione di quei movimenti sia codificata geneticamente nelle grandi scimmie, visto che l'adattamento per la brachiazione richiede una comprensione dello spazio tridimensionale, e lo spazio è il mezzo per i gesti. Dunque i gesti dei gorilla di San Francisco fanno parte almeno della mimesi diadica, anche se non è da escludere che possano rientrare in quella triadica, visto che il destinatario, e possibilmente anche l'emittente, comprende la funzione comunicativa del segno. La comprensione di gesti iconici non convenzionali potrebbe essere allora un'alternativa alla ritualizzazione ontogenetica, nella comprensione e produzione di questi gesti, ma si tratta ancora di mere ipotesi. La mimesi è stata definita da Donald (1991) "non-linguistica", e per Gärdenfors questo vuol dire assenza di piena convenzionalità dei segni e di sistematicità, ma presenza di almeno un grado di composizionalità, e diversi scimpanzé e bonobo cresciuti in contesti sociali umani mostrano di possedere abilità pressoché post-mimetiche. Precisamente: capiscono la funzione referenziale delle parole; usano i segni in assenza dei loro referenti; acquisiscono un notevole vocabolario di segni, o comunque in numero non inferiore a 140; capiscono combinazioni nuove di segni; producono nuove combinazioni di segni; utilizzano il linguaggio per numerosi scopi. Sul versante della sintassi non è possibile affermare se questi primati siano in grado di articolare la comunicazione secondo un'organizzazione grammaticale, e infatti gli studiosi che ritengono la sintassi l'elemento fondante del linguaggio

(Bickerton 1990; Pinker 1994; Hauser, Chomsky, Fitch, 2002) continuano ad escludere che altri animali o primati posseggano una qualsiasi forma di linguaggio, paragonabile al nostro. In realtà nei primati non umani possiamo osservare almeno due forme di *pointing* che vanno oltre la mimesi, poiché integrati nel protolinguaggio appreso: sia la predicazione, il gesto del *pointing* riferito ad un oggetto ed accompagnato da un altro gesto che indica una predicazione di quell'oggetto; sia l'etichettatura, ovvero il *pointing* riferito ad un oggetto e seguito poi da un gesto che denota l'oggetto stesso. Kanzi si cimentava con entrambi i *pointing* paralinguistici con successo. Naturalmente la migliore rappresentazione della post-mimesi la troviamo nelle lingue dei segni; studi piuttosto recenti (Senghas, Kita, Özyürek, 2004) sulla Lingua dei Segni Nicaraguense (NSL) hanno dimostrato come essa derivi dalla mimesi triadica, nonostante poi abbia velocemente acquisito le caratteristiche della convenzionalità e sistematicità. Abbiamo visto che anche i nostri parenti più prossimi sono in grado di apprendere almeno parzialmente le lingue dei segni, nonostante gorilla e bonobo sembrano fare molto più affidamento, rispetto ai bambini, sull'iconicità del segno durante l'apprendimento. La motivazione più plausibile è che i primati non umani facciano un maggiore affidamento sulla loro capacità di mimesi triadica, e questo spiegherebbe sia l'alta percentuale dei gesti iconici appresi, sia perché i bambini invece progrediscono velocemente, oltre l'acquisizione del primo vocabolario, nell'apprendimento della grammatica e degli aspetti sistematici del linguaggio.

3.8 Imitazione e condivisione empatica

La simulazione empatica permette la condivisione di esperienze, necessità e obiettivi tra individui, giocando così un ruolo fondamentale nella cognizione sociale. Quando Theodore Lipps ha introdotto il concetto di empatia teorizzò un ruolo importantissimo per il meccanismo dell'imitazione interna delle azioni degli altri come generatore di empatia. A sostegno dell'idea di Lipps, individui empatici mostrano mimica non cosciente delle posture, manierismi ed espressioni facciali degli altri (effetto camaleonte) in misura maggiore rispetto agli individui non empatici (Chartrand, Bargh, 1999,

2000). Quindi l'empatia può avvenire attraverso un meccanismo di rappresentazione dell'azione che modula e modella la nostra comprensione dei contenuti mentali ed emozionali degli altri individui. Il sistema limbico è fondamentale per l'elaborazione emozionale e il comportamento e il circuito frontale-parietale-temporale che abbiamo descritto in precedenza (nell'architettura neuronale minima per l'imitazione) è fondamentale per la rappresentazione dell'azione. Dati anatomici suggeriscono che un settore del lobo insulare, il campo disgranulare. È connesso con il sistema limbico e con la corteccia parietale posteriore, frontale inferiore e temporale superiore. Questo modello di connettività rende l'insula un candidato eccellente per comunicare informazioni di rappresentazione dell'azione alle aree limbiche che elaborano il contenuto emozionale.

Sulla base di queste considerazioni sembra quindi plausibile chiedersi che tipo di ruolo abbiano le emozioni nel mutuo riconoscimento intersoggettivo delle relazioni interpersonali. La capacità di comprendere gli altri in quanto soggetti intenzionali non dipenderebbe esclusivamente da competenze mentalistico-linguistiche, ma sarebbe, invece, fortemente dipendente dalla natura relazionale del comportamento. Capire lo sviluppo intra-individuale degli stati mentali chiama, infatti, in causa processi empatici di rispecchiamento e di imitazione resi possibili dall'utilizzo sia nell'azione che nella percezione di forme di rappresentazione cross-modale. Tale approccio empatico di risonanza mentale e comportamentale conduce le recenti evidenze empiriche a rivitalizzare il concetto di "empatia" dentro una visione enattiva o incarnata della mente con l'intento di comprendere quali capacità socio-cognitive siano alla base della comprensione e dell'interazione umana¹¹⁸. L'estensione del concetto di "empatia" all'ambito

¹¹⁸ Mentre l'attribuzione di stati mentali apparentemente più complessi, come la falsa credenza, compare generalmente intorno al terzo, quarto anno di vita (Perner, 1991; Wellman, 1990; Perner, Wimmer, 1983), molti autori (Bretherton, 1991; Stern, 1990; Tomasello, 1999) credono che certi comportamenti emergenti nell'ultima parte del primo anno di vita, come il gesto indicativo e la modificazione dell'orientamento dello sguardo (Bates, 1979; Bretherton, Bates, 1979), o il riferimento sociale (Campos, Stenberg, 1981) implicino la comparsa nel bambino di un'abilità rudimentale di attribuire almeno alcuni tipi di stati mentali, quali stati attentivi o emozioni ad altri agenti. Gli studi sperimentali che utilizzano il paradigma dell'abituazione, paiono confermare quest'ultima ipotesi, fornendo prova di come i bambini tra i nove e i dodici mesi, se posti in una situazione diversa dalla

dell'intersoggettività ha, infatti, portato a ritenere che i processi empatici di rispecchiamento siano intrinsecamente legati a un processo interiore di imitazione e simulazione comportamentale¹¹⁹. Nelle neuroscienze cognitive il termine “empatia” si riferisce, infatti, alla capacità di percepire, immaginare e avere una comprensione diretta degli stati mentali e dei comportamenti altrui. Tutto ciò va a ottimizzare la comunicazione e l'interazione interpersonale, e non è un qualcosa di poco conto dato che la sopravvivenza della specie umana dipende criticamente dalle interazioni sociali ed in quanto tutte le azioni, i pensieri, i desideri sono diretti o prodotti in risposta all'altro rispetto a sé.

Sono stati, infatti, proposti due ruoli principali della funzione empatica: uno epistemologico e l'altro sociale. Per quanto riguarda il primo, l'empatia ci consentirebbe di fare delle stime più veloci ed accurate sui bisogni e le future azioni degli altri individui, nonché di scoprire aspetti salienti dell'ambiente circostante. Per quanto riguarda il secondo, l'empatia sarebbe alla base della comunicazione umana, nonché della motivazione, del comportamento altruistico e della cooperazione¹²⁰. A tale riguardo, ad esempio, Hoffman (1977; 1981) interpreta l'empatia come una risposta per la gran parte involontaria a stimoli affettivi elicitati da un'altra persona; Batson (1997) enfatizza invece l'abilità umana intenzionale di assunzione

precedente, siano realmente in grado di interpretare un comportamento dell'agente come diretto a uno scopo (Csibra, Gergely, Brockbank, Birò, Koos, 1999; Gergely et al., 1995).

¹¹⁹ Il termine *empathy* è stato coniato da Titchener nel 1909, come traduzione del termine tedesco “*Einfühlung*” (*sentire dentro*), che era stato utilizzato nella seconda metà del secolo scorso da alcuni autori in ambito estetico. A partire da tale ambito filosofico, Lipps (1903) diede di questo concetto una formulazione più psicologica per indicare la relazione tra un'opera d'arte ed il suo osservatore che proietta se stesso nell'opera. Successivamente Lipps estese questo concetto alle interazioni fra le persone teorizzando che l'empatia implichi una sorta di “imitazione interiore” dei movimenti altrui. Interpretò la nostra percezione dei movimenti altrui come una forma di imitazione interna e fornì l'esempio dell'osservazione di un acrobata del circo sospeso sulla fune, “quando lo guardiamo, ci sentiamo nei suoi panni”. Il termine “empatia” viene infatti comunemente usato per indicare la capacità degli esseri umani di condividere i vissuti dei propri simili. Ci si riferisce spesso alla capacità di “sentire dentro”, di sintonizzarsi ed entrare in risonanza con lo stato mentale di un altro individuo, di sapersi cioè “mettere nei panni dell'altro” immedesimandosi nella sua stessa condizione. L'empatia rappresenta un'esperienza di tutti nella vita quotidiana, non esiste infatti relazione sociale significativa che non comporti un certo grado di empatia, e gli esempi possono essere molti.

¹²⁰ In letteratura scientifica, ci si riferisce a tale concetto per indicare: a) una risposta affettiva nei confronti di un'altra persona che spesso, ma non sempre, implica una condivisione dello stato emotivo; b) un'abilità cognitiva nell'assumere la prospettiva altrui; c) una forma di regolazione emozionale.

cognitiva della prospettiva altrui. Secondo Decety e Lamm (2006, 2007; Decety, Meyer, 2008) queste diverse definizioni si soffermano su cinque diversi aspetti dello stesso fenomeno:

1. The ability to put oneself into the mental shoes of another person to understand his or her emotion and feelings (a form of simulation or inner imitation).
2. A complex form of psychological inference in which observation, memory, knowledge and reasoning are combined to yield insights into the thoughts and feeling of others.
3. An affective response more appropriate to someone else's situation than to one's own.
4. An other orientated emotional response congruent with the other's perceived welfare.
5. An affective response that stems from the apprehension or comprehension of another's emotional state or condition, and which is similar to what the other person is feeling or would be expected to feel in the given situation.

I processi empatici di rispecchiamento, quindi, non implicano solamente un'abilità di percezione ma anche una capacità di riconoscimento e di comprensione dello stato mentale di un altro individuo. Rappresentando, infatti, un'ipotesi che viene formulata su un'altra persona e cioè basandosi su una combinazione di informazioni viscerali, emotive e cognitive, l'empatia ha bisogno di diversi livelli di elaborazione e di integrazione neurale. A tal proposito sono state individuate quattro componenti funzionali che interagiscono in modo dinamico per produrre l'esperienza soggettiva empatica (Decety e Moriguchi, 2007): la condivisione affettiva fra sé e altro da sé basata sul matching automatico percezione-azione e rappresentazioni neurali condivise; l' "autoconsapevolezza" che consente che non si crei confusione fra il sé e l'altro da sé, anche in caso di temporanea identificazione fra osservatore e suo target; la "flessibilità

mentale” nell’adottare la prospettiva altrui; i “processi modulatori” dell’esperienza emozionale e soggettiva.

Queste quattro componenti funzionali sono profondamente interconnesse ed interagiscono per produrre l’esperienza soggettiva¹²¹. Le singole componenti di questo modello multidimensionale dell’esperienza risiedono nella condivisione affettiva fra sé e altro da sé. Ad esempio, possiamo considerare l’espressione corporea come un indicatore esterno e percepibile delle emozioni così come delle intenzioni. L’espressione emozionale e la percezione delle emozioni altrui sono, infatti, componenti fondamentali delle interazioni sociali (Singer et al., 2006; Hein, Singer, 2008). Gli esseri umani al pari delle altre specie animali, utilizzano le espressioni corporee per comunicare vari tipi di informazioni agli altri membri della propria specie. Comprendere i segnali emozionali altrui ha un chiaro vantaggio adattativo ed è specialmente importante nella formazione e mantenimento delle relazioni sociali. È stato dimostrato che gli esseri umani imitano, ad esempio, in maniera inconscia e non intenzionale una vasta gamma di comportamenti, come il tono della voce, la velocità dell’eloquio, la postura, i manierismi, così come anche l’umore (Chartrand, Bargh, 1999). Si tratta di reazioni automatiche agli stimoli espressivi manifestati da un’altra persona. Quindi l’emozione viene condivisa non in modo vicario, ma in modo diretto. Tale fenomeno potrebbe facilitare l’adattatività delle interazioni sociali nonché promuovere la capacità empatica di imitazione di gesti e stati altrui (Hatfield et al., 1995):

Le persone imitano le altrui espressioni di dolore, riso, sorriso, affetto, imbarazzo, disagio, disgusto, i balbettii, lo sforzo di raggiungere qualcosa, e così via, in

¹²¹ Per esempio, la condivisione affettiva senza autoconsapevolezza corrisponderebbe al fenomeno del contagio emotivo, ossia una forma di identificazione totale senza discriminazione fra i propri sentimenti e quelli altrui (de Waal, 1996). Come i processi emotivi in generale, alcune componenti implicate nei processi empatici avvengono implicitamente senza consapevolezza, attraverso una modalità cosiddetta “bottom up”, dal basso verso l’alto. È questo il caso della condivisione affettiva e degli aspetti mimici-motori associati. Altre componenti richiedono invece, delle esplicite modalità di elaborazione delle informazioni “top down”, dall’alto verso il basso, come l’assunzione della prospettiva altrui, la rappresentazione dei propri pensieri e sentimenti così come quelli altrui, ed anche alcuni aspetti di regolazione emozionale.

un'ampia gamma di situazioni. Una tale mimica [...] è un atto comunicativo, che trasmette un rapido e preciso messaggio non verbale a un'altra persona (ivi, p. 34).

È stato inoltre dimostrato come tale forma di risonanza affettivo-motoria sia già attiva nelle precoci interazioni fra l'infante ed il caregiver di riferimento, facendo emergere la possibilità che questi processi possano essere pre-programmati. Sia in ambito clinico che osservativo è stata sottolineata la facilità con la quale i bambini rispondono in modo congruente alle emozioni materne e mostrano di condividerle (Stern, 1985). Le "sintonizzazioni emotive" avvengono all'interno di ricchi scambi comunicativi tra il bambino e la madre, o chi si prende cura di lui¹²². Gli studi sulla precoce capacità imitativa del neonato, così come l'esistenza dell'imitazione motoria automatica nell'adulto, inducono a ritenere che ciò che è primario sia la tendenza ad imitare "l'altro" in modo mimetico. Tale imitazione provoca come effetto l'attivazione, nel soggetto che osserva, dell'emozione corrispondente a quella osservata. Il contagio non avviene perciò per diretto accesso all'emozione dell'altro, a cui consegue la condivisione e l'assunzione di un'espressione emotiva congruente, ma, al contrario, attraverso l'imitazione di un'espressione e di una postura simili a quella dell'altro, le quali provocano a loro volta l'attivazione fisiologica (Meltzoff, Moore, 1977).

Tale mappaggio automatico mette in luce il meccanismo di base dell'interazione sociale e quindi il legame diretto tra percezione e azione. La percezione delle azioni altrui attiva automaticamente i meccanismi responsabili della produzione diretta delle stesse. Lo stesso meccanismo vale anche nell'ambito delle emozioni (Preston, de Waal, 2002). E quindi, la percezione delle emozioni altrui attiva automaticamente alcuni meccanismi responsabili della generazione delle stesse. Per esempio, vedere delle

¹²² Si realizza così un mimetismo affettivo reciproco, che svolge un ruolo determinante nella relazione di attaccamento. La capacità del bambino di cogliere le emozioni altrui e di aderirvi immediatamente non riguarda soltanto la madre e gli adulti che si prendono cura di lui, ma è stata da tempo osservata anche nei confronti degli altri bambini. È nota a questo proposito la reazione di pianto del neonato nell'udire il pianto di un altro bambino (Bonino et al., 1998). È interessante osservare che individui con autismo, con profonde difficoltà per quanto riguarda le abilità sociali ed emozionali, non evidenziano questa mimica spontanea, mentre dimostrano una normale mimica volontaria. Tale deficit nella risonanza motoria involontaria potrebbe costituire dunque il cuore del profondo indebolimento emozionale di base di questi individui (McIntosh et al., 2006).

espressioni facciali altrui innesca sul proprio volto espressioni misurabili con l'elettromiografia anche in assenza di riconoscimento conscio dello stimolo (Decety, Sommerville, 2003). In linea con tale teoria, durante il riconoscimento di emozioni altrui, specifiche strutture sensori-motorie possono fornire una descrizione somatica dell'esperienza derivata dal provare realmente la medesima emozione. Tale descrizione somatica potrebbe contribuire alla decodifica degli stati emotivi (Dimberg et al., 1998; 2000; Wallbott, 1991).

Un meccanismo fondamentale nell'esperienza empatica può dunque consistere nel trasformare una rappresentazione visiva riguardante un'altra persona in una rappresentazione corporea in prima persona (Adolphs, 2003). Il meccanismo di percezione-azione spiegherebbe, almeno in parte, la condivisione emozionale che costituisce il cuore dell'intersoggettività. Riassumendo, secondo questo modello la percezione di un'emozione attiva nell'osservatore i meccanismi neurali responsabili della generazione dell'emozione stessa. Tale sistema consente all'osservatore di "ragionare" con lo stato emozionale di un altro individuo attivando le rappresentazioni motorie e le reazioni somatico-autonomiche associate che emergono dal target osservato (Adolphs, 2002, 2003). Tutto ciò sottolinea la natura motoria del Sé e la sua innata intersoggettività. Le rappresentazioni neurali condivise fra sé e "altro da sé" a livello corticale consentono, infatti, una connessione automatica e non consapevole nell'ambito dell'intersoggettività. Il meccanismo di condivisione affettiva si situa quindi all'origine di un continuum lungo il quale si collocano tutte le altre forme di empatia, quelle più evolute, che richiedono un livello crescente di mediazione cognitiva, volontarietà e differenziazione tra sé e "altro da sé". La comprensione empatica richiede, infatti, l'inclusione di caratteristiche corporei altrui all'interno di sé. Un aspetto essenziale dell'empatia è riconoscere l'altro come simile a sé mantenendo però una chiara separazione fra sé e altro da sé. Nei processi di simulazione e rispecchiamento gli individui devono quindi essere in grado di differenziare se stessi dall'altro rispetto a sé. Ricerche neuroscientifiche indicano che la corteccia parietale inferiore destra in congiunzione con le aree prefrontali e l'insula anteriore

potrebbe costituire un'area critica nel distinguere il sé da altro da sé, nell'autoconsapevolezza, nel discriminare fra segnali auto-generati e segnali provenienti dall'ambiente circostante e nella modulazione quindi delle rappresentazioni neurali condivise (Keenan et al., 2003). La corteccia parietale inferiore è un'area di associazione multimodale che riceve input dal talamo laterale e posteriore così come dalle aree visive, uditive, somestetiche e limbiche. Ha connessioni reciproche con la corteccia prefrontale e con i lobi temporali (Eidelberg, Galaburda, 1984). Queste connessioni multiple conferiscono a questa regione un ruolo cruciale nell'elaborazione di un'immagine del corpo nello spazio e nel tempo, da cui dipende appunto il senso di autoconsapevolezza (Blakemore, Frith, 2003). Questo meccanismo neurocognitivo potrebbe costituire un substrato basilare per l'esperienza empatica, discriminando, ad esempio, fra contagio emotivo, rigidamente basato sul legame automatico percezione-azione, ed empatia, che necessita di relazioni maggiormente "distanziate", con chiari confini distanziati fra sé e altro da sé. Il meccanismo di percezione-azione e l'attivazione neurale condivisa forniscono una modalità che consente agli individui di mettersi implicitamente in relazione agli altri e potrebbe essere responsabile della tendenza a proiettare ed ascrivere proprie caratteristiche e tratti agli altri. Questo richiede dei meccanismi computazionali addizionali che includono il monitoraggio e la manipolazione di informazioni interne generate dall'attivazione di rappresentazioni condivise fra sé e l'altro. Il meccanismo di percezione-azione quindi permette di riconoscere gli altri come implicitamente "simili a noi" e la modulazione delle funzioni esecutive consente di percepire che gli altri sono "simili a noi" ma anche "altro rispetto a noi" (Decety, Moriguchi, 2007).

I processi di rispecchiamento attui al riconoscimento empatico fanno quindi da sfondo ai processi di simulazione mentale, nel senso che non si può sviluppare una relazione se non c'è questo tipo di accoppiamento percettivo e motorio di fondo e preliminare. Una persona non capace di abilità empatica non potrebbe entrare in risonanza con gli altri esseri umani e rimarrebbe quindi tagliata fuori da ogni relazione umana. In questo senso gravi difetti dell'empatia sono elementi fondanti alcuni gravi quadri

psicopatologici, come ad esempio l'autismo infantile o alcune varietà della schizofrenia. Una miglior conoscenza dei meccanismi neurali coinvolti nell'empatia potrà avere importanti implicazioni nella comprensione di individui con disordini socio-cognitivi di varia natura. Allo stesso modo, l'assenza di empatia in certi disordini neurologici e disordini psichiatrici come l'autismo, il disturbo di personalità narcisistico e antisociale, potrebbero fornire importanti informazioni sui meccanismi neurali soggiacenti la condivisione affettiva e l'empatia.

3.7.2 Modelli neuroscientifici di empatia

L'osservazione e l'imitazione delle emozioni dovrebbe portare sostanzialmente a modelli simili di aree attivate dal cervello, con maggiore attività durante l'imitazione nella corteccia premortoria, specialmente nella corteccia frontale inferiore, nella corteccia temporale superiore, nell'insula e nelle aree limbiche. Per empatizzare facciamo affidamento sulla mediazione attraverso la rappresentazione delle azioni associate con le emozioni di cui siamo testimoni e su una rete cerebrale che comprende strutture che sostengono la comunicazione tra circuiti di rappresentazione dell'azione e circuiti dedicati all'elaborazione emozionale. La capacità di empatizzare e comprendere gli stati mentali altrui si baserebbe, così, su una serie di meccanismi di risonanza interna che permettono di simulare, cioè di ripetere mentalmente gli aspetti emozionali, percettivi e motori delle esperienze delle persone che osserviamo (Decety, Jackson, 2004; Gallese, 2001).

Alcuni risultati neuroscientifici offrono spunti interessanti per la comprensione dei meccanismi neurofisiologici che sottendono le relazioni interpersonali, l'intersoggettività e il senso di reciprocità di cui comunemente facciamo esperienza ogni volta che entriamo in contatto con i nostri simili¹²³. In particolare, gli studi di neuroimaging suggeriscono che specifici sistemi cognitivi interagiscano nella capacità di regolazione emozionale.

¹²³ La conoscenza in ambito neuroscientifico ha subito negli ultimi anni un vero e proprio scatto in avanti a seguito delle aumentate capacità di indagine e ricerca derivate dalle nuove tecnologie di neuroimaging. In particolare, la Tomografia a Emissione di Positroni (PET), la Risonanza Magnetica Funzionale (fMRI), la Stimolazione Magnetica transcranica (TMS)

Il circuito implicato nella capacità di regolazione emozionale include diverse aree interconnesse: la corteccia prefrontale, l'amigdala, l'ippocampo, ACC, la corteccia insulare, lo striato ventrale (Davidson et al., 2000). Componente cruciale dell'abilità empatica è quindi la capacità di regolazione emozionale che trova nella corteccia prefrontale con le sue forti interconnessioni con il sistema limbico, un substrato neurale chiave. Evidenze che provengono dall'utilizzo della fMRI indicano, ad esempio, che osservare o immaginare un'altra persona in un particolare stato emotivo automaticamente attiva una rappresentazione dello stesso stato nell'osservatore con le reazioni automatiche e somatiche associate. Questo potrebbe implicare che il percepire nell'altro uno stato emotivo (dolore, disgusto, rabbia ecc.) automaticamente attivi rappresentazioni corticali simili nell'osservatore (Avenanti et al., 2005, 2006; Singer et al., 2004, 2006). Un meccanismo fondamentale nell'esperienza empatica può, dunque, consistere nel trasformare una rappresentazione visiva riguardante un'altra persona in una rappresentazione corporea in prima persona. In condizioni normali, infatti, noi non siamo mai "alienati" dal significato delle azioni, emozioni o sensazioni esperite dai nostri simili, ma godiamo di una "consonanza intenzionale" col mondo degli altri (Gallese et al., 2005). Ciò è reso possibile non solo dal fatto che con gli altri condividiamo le modalità di azioni, sensazioni, emozioni, ma anche perché condividiamo alcuni dei meccanismi nervosi che presiedono a quelle stesse azioni, emozioni, sensazioni. Tutto ciò non richiede un'esplicita spiegazione razionale, una logica applicata post-hoc ai dati registrati dai nostri sensi ma è una possibilità che ci si offre implicitamente grazie a meccanismi di rispecchiamento e simulazione interpersonale¹²⁴.

e la Magnetoencefalografia (MEG), hanno permesso di studiare in profondità il funzionamento di singoli neuroni o di gruppi di essi.

¹²⁴ Questa è stata altresì definita come "teoria motoria dell'empatia" (Carr et al., 2003; Iacoboni, 2008; Leslie et al., 2004; Meltzoff e Decety, 2003; Gallese, 2001). Secondo questa teoria il riconoscimento dell'emozione altrui avviene attraverso un processo di mimica dell'espressione facciale ed imitazione interna dell'emozione in questione.

La simulazione intersoggettiva prevede, dunque, una reciproca interazione fra meccanismi bottom up (accoppiamento diretto percezione-azione) e top down (regolazione e controllo). Questi due livelli di processamento dell'informazione sono profondamente intercorrelati e interconnessi. Il livello inferiore, dal basso verso l'alto, si attiva automaticamente in seguito all'input percettivo ed è responsabile della condivisione emozionale che porta al riconoscimento implicito dell'altro come simile a sé. Le funzioni esecutive, implementate nella corteccia prefrontale, servono a regolare sia aspetti cognitivi che emozionali attraverso l'attenzione selettiva e meccanismi di autoregolazione. Quest'ultimo livello (dall'alto verso il basso) è continuamente influenzato dalle informazioni bottom up e le controlla a sua volta attraverso un continuo feedback senso-motorio. L'integrazione multimodale sensorimotoria conseguita dal sistema di neuroni specchio contenuti nel circuito parieto-premotorio mette in essere simulazioni d'azioni che vengono utilizzate non solo per l'esecuzione delle stesse azioni, ma anche per la loro comprensione implicita quando sono eseguite da altri. Questi sistemi neuronali, attivi sia durante l'esecuzione di un movimento del soggetto, sia quando lo stesso assiste allo stesso movimento, consentono una "simulazione incorporata" (*embodied simulation*) delle esperienze percettive, motorie ed emozionali delle persone che osserviamo (Gallese et al., 2005; Gallese, 2006). In accordo con Damasio (1994), infatti, uno dei meccanismi neurobiologici dell'esperienza emozionale sembra, infatti, essere strettamente collegato all'attivazione di un circuito neurale del tipo "come se", che è riconducibile a processi di mappatura percettiva e simulativa. Tale meccanismo crea una rappresentazione interna dei cambiamenti fisici indotti dall'esperienza emozionale, attraverso l'attivazione delle rispettive mappe somatico-sensoriali.

Diversi autori sostengono che i processi simulativi, scoperti e descritti nel campo delle azioni, possono costituire una caratteristica fondamentale del nostro cervello sociale e della nostra capacità di comprendere quello degli altri ed empatizzare con esso. Molteplici studi neurofisiologici, inoltre, dimostrato come i meccanismi di simulazione incorporata siano organizzati

in modo somatotopico, cioè intra-corporeo e localizzabili in regioni fronto-parieto-premotorie. In accordo con questa visione, alcuni sistemi cerebrali con proprietà “specchio” sono stati recentemente descritti anche negli ambiti dell’emozione (Carr et al., 2003; Leslie et al., 2004; Wicker et al., 2003) e dell’elaborazione sensoriale (Avenanti et al., 2005; Morrison et al., 2004). Vi sono prove a proposito del fatto che la percezione di un’emozione attiva meccanismi che sono responsabili della generazione della stessa (Adolphs, 2003). L’estensione di questi meccanismi neuronali e funzionali al dominio delle emozioni e dell’empatia non è diretto, poiché le aree fino ad oggi identificate come “specchio” appartengono ad un circuito fronto-parietale che generalmente non è associato al sistema limbico delle emozioni. È stato tuttavia dimostrato che il sistema limbico riceve informazioni dal circuito “specchio” fronto-parietale attraverso un’area disgranulare dell’insula che connette le aree limbiche con la corteccia fronto-parietale, parietale posteriore e temporale superiore. La probabilità, quindi, che i sistemi neurali dell’imitazione (il sistema dei neuroni specchio) e i sistemi neurali delle emozioni (il sistema limbico) siano in connessione anatomica attraverso l’insula è molto alta. Sembrerebbe che l’insula giochi un ruolo nella genesi dell’equivalente affettivo dell’azione osservata e che agisca come stazione di passaggio tra le corteccie frontali e le strutture limbiche, rappresentando quindi una possibile via di risonanza empatica. Quindi, riusciremmo a comprendere il vissuto altrui evocando la medesima attività neurale associata con le nostre emozioni. È possibile che una lesione funzionale o anatomica di questo circuito possa alterare le capacità di un individuo di essere empatico con le situazioni e con le persone che sta osservando, come succede per esempio dopo un infarto ma localizzato nella regione insulare. La scoperta del sistema dei neuroni specchio, di sistemi empatico-simulativi, capaci di “simulazione incorporata” dei vissuti e delle emozioni altrui, apre nuove prospettive nello studio della precoce relazione materno infantile e di eventuali disregolazioni della stessa. Questa forma di simulazione costituisce un meccanismo cruciale nell’intersoggettività e potrebbe rappresentare il substrato neurobiologico di concetti teorici quali

quello di “rispecchiamento materno” di cui parla Winnicot (1956) e di “sintonizzazione affettiva” di cui parla Stern (1985).

Alla luce di tali considerazioni, la cosiddetta *Embodied Simulation*, ovvero “la simulazione incorporata” può fornire il substrato neurobiologico di molte forme di relazioni interpersonali, proponendo una visione integrata di ciò che significa “essere empatici”. Queste simulazioni motorie risultano funzionali appunto ad un’implicita comprensione, definibile anche come “consonanza intenzionale” (Gallese, 2005) intersoggettiva, di stati condivisi tra noi stessi e l’altro senza la mediazione di una riflessione esplicita. Grazie alla simulazione incorporata si rende disponibile la capacità di riconoscere in quello che si vede qualcosa con cui “risuonare”, di cui appropriarsi, cioè, esperienzialmente. È quindi l’attivazione di un meccanismo neurale condiviso dall’osservatore e dall’osservato che permette la comprensione esperienziale diretta di una data emozione di base. Da questo punto di vista attraverso l’imitazione e la mimica si è in grado di provare ciò che le altre persone provano, e l’essere in grado di provare ciò che provano le altre persone rende capaci di rispondere in modo compassionevole ai loro stati emotivi. Grazie a questa forma di simulazione non assistiamo solo ad un’azione, emozione e sensazione, ma parallelamente nell’osservatore vengono generate delle rappresentazioni interne degli stati corporei associati a quelle stesse azioni, emozioni, sensazioni, “come se” le si stesse effettivamente provando in prima persona. In tal senso, il corpo costituisce l’origine pre-logica e ante-predicativa della nostra capacità di comprensione. Poiché possediamo un corpo, possiamo facilmente cogliere, attraverso un processo di condivisione, il significato delle azioni e delle intenzioni espresse dagli altri.

CONCLUSIONI

Abbiamo intrapreso questo viaggio nella possibilità di specificare la natura incorporata, cioè primariamente motoria e percettiva dell'esperienza di sé. Il tentativo di naturalizzare la coscienza, d'altronde, ha radici ben più profonde che si instaurano al confine tra fenomenologia, scienze della mente e biologia. Credo che rinnegare la comunanza degli approcci e dei saperi multidisciplinari equivalga ad un ammutinamento scientifico, alla negligenza di un armamentario conoscitivo che è spesso chiuso alle ragioni del sapere; che non riesce a navigare al di fuori dei propri "crani" metodologici e che come una matassa ingarbuglia il filo anziché scioglierlo. Descrivere l'esperienza cosciente richiede il riferimento alla soggettività intesa come natura prospettica dell'esperienza, sensorialità, estensione temporale dell'io, ma anche dotazione di intenzionalità, rappresentazione dell'azione e collocazione ecologica del sé. Questa pluralità dei fenomeni coscienti ha ovviamente molto a che fare col problema della ricerca di un metodo unitario che li studi in modo veramente integrato rigettando, quindi, ogni minima forma di obiezione multidisciplinare. Prendere, allora, in considerazione l'intero organismo, contestualizzando il sistema nervoso all'interno della sua normale dimensione "incarnata" è cruciale per una teoria naturalizzata della coscienza. Per questo lavoro ha significato respingere ogni ipotesi di dualismo conoscitivo; ha significato ricollocare l'esperienza qualitativa del soggetto all'interno di quella che è la sua effettiva dimensione ecologica; ha significato, in ultimo, interpellare l'importanza di una scienza della mente entro i limiti del proprio corpo che sono anche i limiti del proprio cervello. È solo assumendo una prospettiva continuista dei processi mentali che il termine "riduzionismo" (e quella che, in parte, è la sua corsa verso il santo graal dei correlati neurali della coscienza) può essere nullificato in favore di un funzionalismo biologico che fa del rapporto interno/esterno, organismo/ambiente, soggetto/oggetto, non più una forma dicotomica di conoscenza ma un polo di costituzione

adattativo e relazionale in pugno alle possibilità stesse del corpo. La mente “personale” dei particolari soggetti che noi siamo si costituisce fin dalle sue relazioni affettive e cognitive primari in relazione con il mondo esterno. Il fisico è sociale per sua stessa natura e ha a che fare in primo luogo con i contenuti della nostra esperienza, influenzando una parte significativa della nostra elaborazione cognitiva.

Per le suddette ragioni, che reputo fondamentali per l’analisi complessiva di un “ritratto in prima persona”, un self-portrait regolatore del sé, questo lavoro ha inteso instaurare la problematica intersoggettiva della coscienza all’interno di una visione ecologica ed enattiva della mente. L’ipotesi di lavoro costituisce un “modello fenomenico e intenzionale del sé” necessario a detenere una prospettiva in prima persona. L’obiettivo è stato quello di comprovare la natura incorporate del soggetto d’esperienza dimostrando come tanto l’individuazione degli stati mentali quanto l’individuazione delle esperienze agentive si effettuino, in parte, attraverso schemi corporei e sensomotori garanti di una rappresentazione stabile e trasparente di sé.

Una delle convinzioni cui teniamo di più consiste nel credere che abbiamo dei sé, dei nuclei di “mi”-ità che dimorano dentro di noi, guidano e governano le nostre azioni e i nostri movimenti. Questa idea è stata in parte espressa tra il primo e il secondo capitolo. Abbiamo inteso dimostrare quanto la rivalutazione ecologica e fenomenologica di cui le analisi delle teorie sensomotorie della coscienza sembrano oggi riappropriarsi possa rappresentare un fanalino di marcia negli studi sul soggetto d’esperienza. La visione “incarnata” della mente permette una corretta naturalizzazione delle proprietà fenomenologiche della coscienza, attraverso l’esamina delle “contingenze sensomotorie” che si incorporano attraverso l’esperienza. L’analisi sul funzionamento delle contingenze sensomotorie può, infatti, fungere da spiegazione di quegli *explananda* costituiti dai fenomeni percettivi osservati in prima persona, tra i quali il senso di presenza, la soggettività e la continuità dell’esperienza. Ne consegue che l’atto cognitivo (che poi origina un comportamento complesso) si autodetermina a partire dalla “fenomenologia interna” dell’organismo. In tal senso la cognizione è

una pratica di *embodiment*, un “incorporamento” concreto, fisiologico di atti percettivi e di movimenti corporei. La naturalizzazione percettiva del sé parte da una corretta analisi di esplorazione dell’organismo all’ambiente e se ne serve per inquadrare le capacità sensomotorie dell’agente nella proattività dei processi evolutivi. In particolare, riassumendo brevemente gli interessanti risultati ottenuti si può affermare che:

- L’elaborazione neurale delle caratteristiche spaziali, così come è descritta negli studi sui sistemi di riferimento corporei, è compatibile con una visione della cognizione radicata nell’ambiente e nell’azione;
- I percorsi relativi all’acquisizione di diverse abilità spaziali dipendono strettamente dall’interazione tra l’organismo e l’ambiente in cui vive;
- È possibile che un organismo costruisca una rappresentazione dell’ambiente esterno solo partendo dalla stimolazione auto-generata, attraverso la coordinazione tra quest’ultima e i vincoli ambientali.

Il primo punto da sottolineare consiste nel fatto che la cognizione non può essere studiata a prescindere dal corpo fisico in cui emerge e dalla relazione con l’ambiente. Insistere su questo punto ci ha consentito, ad esempio, di rileggere alcune teorie motorie piuttosto complesse proposte per spiegare fenomeni di diversi livelli di complessità. Come nel caso dei sistemi di riferimento corporeo dello spazio che indagano esplicitamente il modo in cui, attraverso i movimenti del corpo nell’ambiente, la percezione si lega indissolubilmente all’azione. L’esperienza del proprio corpo come un oggetto nello spazio dotato di proprietà geometriche attiene in modo particolare al sé ecologico e può permettere di tracciare analisi utili alla descrizione fenomenologica e pre-riflessiva della coscienza. È emerso che i segnali periferici afferenti supportano un’autoconsapevolezza di tipo ecologico, fornendo importanti informazioni sul corpo e sul mondo nel quale esso è situato. Queste informazioni propriocettive concernano il sé in maniere non ambigua e caratterizzano il “senso di possesso” e il “senso di agentività” come proprietà tipiche del movimento e dell’azione finalizzata.

Tracciare le basi di una corretta demarcazione dei confini del proprio corpo è essenziale per comprendere l’esecuzione di azioni finalizzate ad un

obiettivo, per il senso di identità e per avere un'interazione di successo con gli altri agenti. Le informazioni propriocettive che sono impiegate per la composizione unitaria del soggetto, infatti, aiutano ad identificare la sorgente agentiva del movimento: ossia il sé contro l'altro da sé. L'agentività come esperienza immediata e preriflessiva che si costituisce a partire dalla mutua reciprocità tra azione e percezione ci ha, dunque, portato a riflettere sulla stessa natura intenzionale del sistema motorio. Un mosaico di aree parietali, ciascuna ricevente specifiche afferenze sensoriali, sarebbe deputato ad operare trasformazioni sensori-motorie appropriate per intenzione di agire, e necessarie soprattutto a garantire funzioni cognitive di ordine superiore quali la percezione dello spazio, la comprensione dell'azione e la previsione delle intenzioni motorie degli altri agenti. Un elemento importante di supporto a questa visione arriva dal funzionamento dei circuiti mirror. La scoperta e lo studio sistematico di questi neuroni ha portato alla piena realizzazione della teoria sullo "schema rappresentazionale comune" secondo la quale appunto le rappresentazioni di eventi percepiti (percezione) e di eventi da eseguire (azioni) sono basate sullo stesso codice di tipo neurale.

Saggiando differenti ipotesi sperimentali sulle proprietà funzionali del sistema motorio corticale, tra cui gli esperimenti di autoriconoscimento corporeo e agentivo, siamo, dunque, giunti a sostenere che le rappresentazioni senso-motorie impiegate nel controllo sull'esecuzione dell'azione abbiano un ruolo preponderante nelle differenti fasi di sviluppo della capacità di *mindreading*. Sosteniamo infatti che un approccio motorio all'intenzionalità ci consente, per la prima volta, non solo di naturalizzare fenomenologia della coscienza (obiettivo in parte precluso nel secondo capitolo), ma soprattutto permette di ripensare lo sviluppo della comprensione intersoggettiva entro un quadro teoreticamente unitario e scientificamente fondato. Per tale ragione e a conforto di tale ipotesi, nel terzo e ultimo capitolo abbiamo adottato la concezione "incarnata" della cognizione in un'ottica simulazionista di comprensione mentale. Presupponendo, infatti, che sia attivo sin dalla nascita un accoppiamento esperienziale sé-altro, la teoria della simulazione parte dal presupposto che

il riconoscimento percettivo di alcuni aspetti dell'esperienza cosciente operi essenzialmente su una dimensione corporea di tipo affettivo-relazionale. Questa forma di comprensione immediata dell'altro (cioè in prima istanza non-concettuale e basata sull'espressione corporea di dimensioni mentali) da un lato sarebbe alla base dello sviluppo di forme più sofisticate di intelligenza sociale, dall'altro, in aggiunta, consentirebbe la formazione di rappresentazioni esplicite della mente altrui a sostegno di una "genuina" Teoria della Mente.

L'assunto principale che porta a parlare di simulazione ha, infatti, le sue radici teoriche nella natura "corposa" dell'esperienza, e cioè nella possibilità di considerare le esperienze intenzionali dei soggetti come sostituti di esperienze percettive. Questa architettura cognitiva descritta a livello sub-personale attraverso l'implementazione dei circuiti mirror (e precedentemente tracciata in relazione alle azioni finalizzate dell'agente) costituisce un'organizzazione di base del nostro cervello sociale ed è in grado di spiegare in modo parsimonioso aspetti apparentemente diversi delle relazioni interpersonali. In tal senso i meccanismi di simulazione incorporata chiamano, infatti, a rapporto l'edificazione interpersonale del sé attraverso specifiche capacità cognitive, quali l'imitazione, l'empatia e l'ascrizione di intenzioni agli altri individui. L'ipotesi portata a supporto dell'esistenza di specifici meccanismi simulativi di comprensione intenzionale è stata, così, scandagliata attraverso la messa in discussione di differenti casi sperimentali attui a dimostrare il ruolo funzionale che il corpo ricopre nella capacità di imitazione neonatale e di rispecchiamento intersoggettivo nella attribuzione di intenzioni. L'evoluzione di un sistema simulativo di consonanza intenzionale è stato confrontato in riferimento alla principali teorie intersoggettive sviluppate in ambito motorio e ha trovato, quindi, un particolare banco di prova nei risultati sperimentali ottenuti in psicologia evolutiva a riguardo dei processi di rispecchiamento imitativo. Particolare attenzione è stata in questo caso concessa alla teoria AIM (*Active Intermodal Matching*) di Meltzoff e Moore circa la presenza di un'abilità innata di stabilire equivalenze cross-modali e corporee tra esperienze sensoriali proprie e l'osservazione delle azioni altrui. La messa in

discussione di tali esperimenti è stata quella di comprovare l'implicazione dei meccanismi di risonanza sensori-motoria nell'edificazione intersoggettiva del sé cosciente. La “*early imitation*”, cioè i casi di imitazione precoce definita anche da Colwyn Trevarthen come “intersoggettività primaria” e da Daniel Stern come “sintonizzazione affettiva” getterebbero, così, nuova luce sulla *ri-enazione imitativa*, nonché sui passaggi che vanno dalla *simulazione embodied* delle azioni alla *simulazione* dei processi di comprensione linguistica e mentale. Da questo punto di vista, se è vero che la capacità di “mentalizzare” l'agire altrui (vale a dire di interpretare il comportamento attribuendo stati intenzionali all'agente) può essere considerata come il modo specifico su cui si fondano le relazioni interpersonali umane, è anche vero che tale capacità deve essere considerata all'interno di un quadro esplicativo continuista. Attraverso i meccanismi di risonanza sensori-motoria siamo oggi in grado di ipotizzare l'emergenza di prime forme di mentalizzazione a partire dalla natura motoria del comportamento intenzionale. Crediamo infatti che la comprensione intenzionale può fondersi su abilità cognitive che non dipendono necessariamente da una mediazione metarappresentazionale e linguistica, quanto piuttosto da specifiche competenze radicate nel nostro sistema motorio e percettivo. Una tale ipotesi scuote le fondamenta della concezione tradizionale della cognizione sociale, fortemente orientata verso un modello di intelligenza sociale che si concentra quasi esclusivamente su modelli di architettura modulare e inferenziale della mente. Crediamo invece che capacità cognitive apparentemente dissimili, potrebbero reggersi su meccanismi funzionali simili che nel corso dell'evoluzione hanno acquisito un maggior livello di complessità per adattarsi ai cambiamenti sociali e ambientali. In quest'ottica, anche i meccanismi che secondo la psicologia cognitiva sarebbero caratteristici dello sviluppo dell'intersoggettività, come il linguaggio, possono essere interpretati in modo alternativo, ovvero mettendo in luce la base pre-riflessiva a partire dalla quale essi possono svilupparsi. Facendo leva sui meccanismi di simulazione neurale e di risonanza sensori-motoria sostenuti dalla *Simulation Theory* che crediamo, infatti, possibile affrontare quelli che da

sempre vengono considerati come i due nodi più compromettenti della problematica fenomenologica dell'intersoggettività: ovvero l'*effetto che fa* la conoscenza di sé e la *sintonizzazione* immediata agli stati intenzionali altrui. A livello esperienziale, il senso di agentività presuppone un punto di vista soggettivo, cioè una prospettiva in prima persona. Respingendo la possibilità di un collegamento intrinseco tra intenzione, azione e percezione del proprio corpo, crediamo sia pressoché impossibile giungere a una spiegazione naturalistica della coscienza di sé. Il mio intento è stato quello di fornire un primo passo verso questa direzione consentendo, non solo, il soddisfacimento di un livello di descrizione fenomenologico (assolutamente necessario alla disamina del soggetto cosciente) ma assicurando, anche, un'adeguata analisi funzionale e sub-personale di quelle abilità cognitive garantite nella costituzione di un soggetto non solo cosciente quanto anche ecologicamente cosciente. Il punto di arrivo fondamentale di questo lavoro di ricerca consente, infatti, la formulazione di modelli unificati della mente. Sia le caratteristiche del corpo che del cervello che dell'ambiente sono importanti per capire la natura pre-riflessiva e riflessiva di sé in un'ottica continuista e appropriata alle opportunità evolutive della specie animale.

BIBLIOGRAFIA

Adolphs, R., Damasio H., Tranel D., Cooper G., Damasio, A. (2000). A role for the somatosensory cortices in the visual recognition of emotion as revealed by three dimensional lesion mapping. *Journal of Neuroscience*, 20, 2683-2690.

Adolphs R. (2002). Neural systems for recognizing emotion. *Current Opinion in Neurobiology*, 12, 169- 177.

Adolphs R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 165-178.

Anderson J.R, Reder L.M., Lebiere C. (1996). Working memory: activation limitations on retrieval. *Cognit Psychol.* 30(3), 221-256.

Andersen R.A., Buneo C.A. (2002). Intentional maps in posterior parietal cortex., *Annu Rev Neurosci.*, 25, 189-220.

Anderson J.R., Bothell D. (2004). An Integrated Theory of the Mind. *Psychological Review*, 111(4), 1036-1060.

Angyal A. (1936). The experience of the body-self in schizophrenia. *Arch. Neurol. psychiat.*, 35, 1029-53.

Angyal A. (1936). The experience of the body-self in schizophrenia. *Arch. Neurol. psychiat.*, 35, 1029-53.

Anisfeld M., Turkewitz G., Rose S., Rosenberg F., Sheiber F., Couturier-Fagan D. (2001). No compelling evidence that newborns imitate oral gestures. *Infancy*, 2, 111–122.

Akins K. (ed.) (1996). *Perception*, Oxford, Oxford University Press.

Arbib M.A. (1987). A view of brain theory, in Yates, F. E. (ed.). *Self-Organizing System*. Plenum Press, New York.

Arevalo A. (2008). *Embodiment and the natural correlates of gestures and word meanings*. Saarbrücken, Germany: Vdm Verlag Dr Mueller Aktiengesellschaft & Co.

Avenanti A., Buetti D., Galati G., Aglioti, S.M. (2005). Transcranial magnetic stimulation highlights the sensorimotor side of empathy for pain. *Nature Neuroscience*, 8, 955-960.

Avenanti A., Aglioti S.M. (2006a). The sensorimotor side of empathy. in: Mancina M. (ed.) *Psychoanalysis and Neuroscience*, Milan, Springer-Verlag Italia, 235-256.

- Avenanti A., Minio-Paluello I., Bufalari I., Aglioti S.M. (2006b). Stimulus-driven modulation of motor-evoked potentials during observation of others' pain. *NeuroImage*, 32, 316-24.
- Baillargeon R., Spelke E., Wasserman S. (1985). Object permanence in 5-month-old infants. *Cognition* 20, 191-208.
- Baldissera, F., Cavallari, P., Craighero, L., & Fadiga, L. (2001). Modulation of spinal excitability during observation of hand actions in humans. *Neurosci*, 13(1), 190-4.
- Ballard D. H. (1991). Animate Vision. *Artificial Intelligence*, 48, 57-86.
- Ballard D. H. (1996). On the function of visual representation, in Akins K., pp. 111-131.
- Bargh J.A., Chartrand T.L. (1999). The Unbearable Automaticity of Being. *American Psychologist*, 54 (7), pp. 462-479.
- Bargh J.A., Ferguson M.J. (2000). Beyond Behaviorism: On the Automaticity of Higher Mental Process. *Psychological Bulletin*, 126 (6), pp. 925-945.
- Barrett L., Henzi P. (2005). The social nature of primate cognition. *Proceedings of the Royal Society of London*, 272, 1865-1875.
- Baron-Cohen S., Leslie A.M., Frith U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, 21, 37-46. Barsalou L.W. (1999).
- Baron-Cohen S., Leslie A.M., Frith U. (1995). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, 4, 37-46
- Barrett L., Henzi P., Rendall D. (2007). Social brains, simple minds: does social complexity really require cognitive complexity? *Philosophical Transaction of the Royal Society of London B Biological Sciences*, 362(1480), 561-575..
- Bartsch K., Wellman H.M. (1995). Children talk about the mind. New York: Oxford University Press.
- Batson C.D. (1997). Is empathy induced helping due to self-other merging? *Journal Of Personality and Social Psychology*, 73, 495-509.
- Becchio C., Bertone C. (2005). Il paradosso dell'intenzionalità collettiva. *Giornale Italiano di Psicologia*, 32, 851-860.
- Beebe B. (2004). Reply to commentaries. *Psychoanalytic Dialogues*, 14(1), 89-98.
- Berlucchi G., Aglioti S. (1997). The body in the brain: neural bases of corporeal awareness. *Trends Neurosci*, 20, 560-564.

- Bermúdez J. L., Marcel A., Eilan N. (1995). *The Body and the Self*. Cambridge, MA:MIT Press.
- Bermúdez J. L. (1998). *The Paradox of Self-Consciousness*. Cambridge MA:MIT Press.
- Bermúdez J. L. (2003). *Thinking Without Words*. New York. Oxford University Press
- Berthoz A. (1997). *Le sense du mouvement*. Edition Jacobs, Paris; trad. It., *Il senso del movimento*, McGraw-Hill, Milano, 1998.
- Berthoz A. (2001). Bases neurales de l'orientation spatiale et de la mémoire des trajets: mémoire topo-graphique ou mémoire topo-chinesthésique? *Rev. Neurology*, 157, 779-789
- Berti A., Frassinetti F. (2000). When far becomes near: remapping of space by tool use. *Cogn. Neurosci.* 12(3), 415-20.
- Binswanger L. (1963). *Being-in-the-world: selected papers of Ludwig Binswanger*. Basic Books, New York.
- Blackmore S. J. (1984). *Beyond the Body: an investigation of out-of-the-body experiences*. David and Charles Publisher, London.
- Blackmore S.J., Decety J. (2001). From the perception of action to the understanding of intention. *Nature Rev.*, 2, 561-567.
- Blackmore S.J. (2002a). The Question is: Who am I? *Journal of the American Society for Psychical Research*, 96, 143-151.
- Blakmore S.J., Wolpert D.M., Frith C.D. (2002b). Abnormalities in the awareness of action. *Trends in Cognitive Science*, 6, 237-242.
- Blakemore S. J., Frith C. (2003). Self-Awareness and Action. *Current Opinion in Neurobiology*, 2, 219-224.
- Blanke O., Metzinger T. (2009). Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(1), 7-13.
- Borghi A.M., Riggio L. (2009). Sentence comprehension and simulation of object temporary, canonical and stable affordance. *Brain Research*, 1253, 117-128.
- Botvinich M., Cohen J. (1998). Rubber hands feel touch that eyes see. *Nature*, 391, 756-788.

- Braten S. (1988). Between dialogical and monological reason: postulating the virtual other. In Campanella M. (ed.), *Between rationality and cognition*. Albert Mayner, Torino, 205-235.
- Braten S. (1998). *Intersubjective Communication and Emotion in Early Ontogeny*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Brooks R. (1991). Intelligence without representation. *Artificial Intelligence*, 47, 139-159.
- Bruce V., Green P. R., Georgeson M. A. (1996). *Visual Perception: physiology, psychology and ecology*. Hove & London, Psychology Press.
- Bruner J. (1988), *La mente a più dimensioni*, trad.it. di R. Rini, Editori Laterza, Roma-Bari.
- Bruner J. (1991), *La costruzione narrativa della realtà*. Laterza, Roma.
- Buccino G., Binkofski F., Fink G.R., Fadiga L., Fogassi L., Gallese V., Seitz R.J., Zilles K., Rizzolatti G., Freund H.J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 13(2), 400-404.
- Buccino G., Lui F., Canessa N., Patteri, I., Lagravinese G., Benuzzi F., Porro C.A., Rizzolatti G. (2004). Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 114-126.
- Buck R. (1994). Social and emotional functions in facial expression and communication: the readout hypothesis. *Biological Psychology*, 38, 95-115.
- Bushnell E., Boudreau P. (1993). Motor Development and the Mind: the potential role of motor abilities as a determinant of aspects of perceptual development. *Child Development*, 64, 1005-1021.
- Butterworth G., Hicks L. (1977) Visual proprioception and postural stability in infancy. A developmental study. *Perception*, 6, 255-262.
- Butterworth G., Cicchetti, D. (1978) Visual calibration of posture in normal and motor retarded Down syndrome infants. *Perception*, 7, 513-525.
- Buxbaum L.J., Kalenine S. (2010). Action knowledge, visuomotor activation, and embodiment in the two action systems. *Annals of the New York Academy of Science*, 11, 201-218.
- Caggiano V., Fogassi L., Rizzolatti G., Thier P., Casile A. (2009). Mirror neurons differentially encode the peripersonal and extrapersonal space of monkeys. *Science*, 324, 403-406.

- Caligiore D., Borghi A.M., Parisi D., Baldassarre G. (2010). A Computational Embodied Neuroscience Model of Experiments on Compatibility Effects. *Psychological Review*, 117, 1188-228.
- 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), 1905-1910.
- Call J., Tomasello M. (1998). Distinguishing intentional from accidental actions in orangutans, chimpanzees, and human children. *J. of Comp.Psychol.*, 112, 196-206.
- Call J., Tomasello M. (1999). A nonverbal false-belief task: The performance of chimpanzees and human children. *Child Dev.*, 70, 381-395.
- Carr L., Iacoboni M., Dubeau M.C., Mazziotta J.C., Lenzi G.L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: a relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 5497-5502.
- Carruthers P. (2000). *Phenomenal Consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carpenter M., Nagell K., Tomasello M. (1998). Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monogr Soc Res Child Dev.*, 63(4), 1-143.
- Carpenter M., Call J., Tomasello M. (2005). Twelve- and 18-month-olds copy actions in terms of goals. *Dev Sci.*, 8(1), 13-20.
- Cash T., Pruzinsky P. (2002) (Eds.). *Body Images: a handbook of theory, research, and clinical practice*. New York, Guilford Press.
- Cassam Q. (1997). *Self and World*. Oxford, Clarendon Press
- Cartwright B.A., Collett T.S. (1983). How honey bees use landmarks to guide their return to a food source. *Nature*, 295, 560-564.
- Chaminade T., Decety J. (2003). When the self represents the other: a new cognitive neuroscience view on psychological identification. *Consciousness and Cognition*, 12, 577-596.
- Chemero A. (2010). *Radical embodied cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Clancey W. J. (1997): *Situated cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Clark A. (1997). *Being There*. Cambridge (MA): The MIT Press; trad. it. *Dare corpo alla mente*, Milano, McGraw-Hill, 1999.
- Clark A., Chalmers D. (1998). The Extended Mind. *Analysis*, 58(1), 7-19.
- Clark A. (2003). *Natural Born Cyborgs: minds, technologies and the future of human intelligence*. Oxford, Oxford University Press.
- Clark A. (2008). *Supersizing the Mind*. Oxford, Oxford University Press.
- Clement C. (2004). Self communion in the intersubjective field: Commentary on case study by Beatrice Beebe. *Psychoanalytic Dialogues*, 14 (1), 65-71.
- Collett T.S., Fry N., Wehner R. (1993). Sequence learning by honeybees. *Journal Of Comparative Psychology*, 172, 693-706.
- Committeri G., Galati G., Sanes J., Pizzamiglio L., (2001). Spatial coding of visual and somatic sensory information in body-centred coordinates. *European Journal of Neuroscience*, 14(4),737-746.
- Committeri G., Galati A., Paradis L., Pizzamiglio A., Berthoz D., (2004): Reference frames for spatial Cognition. Different Brain Areas are involved in Viewer, objects and landmark centered Judgements About Object location. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(9),1517-1535.
- Corbetta M. (1998). Frontoparietal cortex networks for directing attention and the eye to visual locations: identical, independent or overlapping neural systems? *Proc. Natl. Acad. Science. USA*, 95, 831-838.
- Cosentino E. (2008). *Il tempo della mente. Linguaggio, evoluzione e identità personale*. Macerata, Quodlibet.
- Cosentino E., Ferretti F. (2009). Linguaggio, tempo e soggettività, in Di Francesco F., Marraffa M. (a cura di), *Il soggetto. Scienza della mente e natura dell'io*. Bruno Mondadori, Milano, pp. 119-145.
- Costa V. (2009). *Husserl*, Roma, Carocci.
- Cutting J. (1985). *The psychology of Schizophrenia*. Churchill Livingstone, Edinburgh-London; trad. It., *Psicologia della Schizofrenia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1989.
- Cutting J. (1997). *Principles of psychopathology. Two Worlds-Two Minds-Two Hemispheres*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Damasio A. (1994). *Descartes'error: emotion, reason and the human brain*. New York, Grosset; trad. it, *L'errore di Cartesio: emozione, ragione e cervello umano*, Milano, Adelphi, 1995.

- Damasio A. (1999). *The Feeling of What Happens*. London, Heinemann; trad.it., *Emozione e Coscienza*, Milano, Adelphi, 2000.
- Damasio A. (2003). *Looking for Spinoza: joy, sorrow and the feeling brain*. Orlando, Harcourt; trad.it., *Alla Ricerca di Spinoza*, Milano, Adelphi, 2003.
- Daprati E., Franck N., Georgieff N., Proust J., Pacherie E., Dalery J., Jeannerod M. (1997). Looking for the agent: an investigation into consciousness of action and self-consciousness in schizophrenic patients. *Cognition*, 65, 71-86.
- Daprati E., Sirigu A., Pradat-Diehl P., Franck N., Jeannerod M. (2000). Recognition of self-produced movement in a case of severe neglect. *NeuroCase*, 6, 477-486.
- Darwin C. (1859). *The Origin of Species*. London, Murrey; trad. it., *L'origine della specie*, Torino, Bollati Boringhieri, 1967.
- Darwin C. (1889). *The Expression of the emotions in man and animals*, London, Murrey; trad. It., *L'espressione delle emozioni negli uomini e negli animali*, Roma, Edizione Tascabili, 1972.
- Dautenhahn K. (2002). The Origins Of Narrative: in search for the transactional format of narratives in humans and other social animals. *International Journal of cognition and technology*, 1(1), 97-123.
- Davidson R., Jackson D., Kalin, N. (2000). Emotion, plasticity, context, and regulation: Perspectives from ective neuroscience. *Psychological Bulletin*, 126(6), 890-909.
- Davies M., Stone T. (1995). *Folk Psychology*. Oxford, Blackwell Publishers.
- De Caro M., Macarthur D. (a cura di) (2004). *Naturalism in Question*. Harvard University Press, Cambridge (MA); trad. it. *La mente e la natura*, Roma, Fazi, 2005.
- Decety J., Perani D., Jeannerod M., Bettinardi, V., Tadary, B., Woods, R., Mazziotta, J. C., Fazio, F. (1994). Mapping motor representations with PET. *Nature*, 371, 600-602.
- Decety J. (1996). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural and Brain Research*, 77, 45-52.
- Decety J., Grezes J. (1999). Neural mechanisms subserving the perception of human actions. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 172-178.
- Decety J., Chaminade T., Grezes, J., Meltzoff A.N. (2002). A PET exploration of the neural mechanisms involved in reciprocal imitation. *NeuroImage*, 15, 265-272.

- Decety J., Chaminade T., Meltzoff, A.N. (2002). Knowing our imitations, by India Morrison. *Trends in Cognitive Science*
- Decety J., Sommerville J.A. (2003). Shared representations between self and other: a social cognitive neuroscience view. *Trends Cogn. Sci.*, 7, 527-533.
- Decety J., Jackson P.L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Review*, 3, 71-100.
- Decety J., Lamm, C. (2006). Human empathy through the lens of social neuroscience. *Scientific World Journal*, 6, 1146-1163.
- Decety J., Lamm, C. (2007). The role of the right temporoparietal junction in social interaction: How low-level computational processes contribute to meta-cognition. *Neuroscientist*, 13, 580-593.
- Decety J., Meyer M. (2008). From emotion resonance to empathic understanding: A social developmental neuroscience account. *Development and Psychopathology*, 20, 1053-1080.
- Dennett D. (1991). *Consciousness Explained*. Little, Brown and Company, Boston; trad. It., *Coscienza*, Milano, Rizzoli, 1993.
- Di Francesco M., Marraffa, M. (a cura di) (2009). *Il soggetto: scienza della mente e natura dell'io*. Mondadori, Milano.
- Dimberg U., Thunberg M. (1998). Rapid facial reactions to emotional facial expressions. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39, 39-45.
- Dimberg U., Thunberg M., Elmehed K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science*, 11, 86-89.
- Dretske F. (1993). Conscious Experience. *Mind*, 102, 263-83.
- Dretske F. (1995). *Naturalizing the Mind*. Cambridge, MA: Bradford Books, MIT Press.
- Donald M. (1991). *The Origin of the Modern Mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Dunbar, R.I.M. (2003). The origin and subsequent evolution of language. In M.H. Christiansen, & S. Kirby (Eds.), *Language evolution* (pp. 219-234). New York: Oxford University Press.
- Dunkeld J., Bower T.R. (1980). Infant response to impeding optical collision. *Perception*, 9, 549-554.
- Edelman G. (1989). *The Remembered Present: a biological theory of consciousness*. New York, Basic Books; trad. it., *Il Presente Ricordato*, Milano, Rizzoli, 2001.

- Edelman G. (1992). *Bright air, brilliant fire on the matter of mind*. New York, Basic Books; trad. it., *Sulla Materia della Mente*, Milano, Adelphi, 1993.
- Ellis R., Tucker M. (2000). Micro-affordance: the potentiation of components of action by seen objects. *British Journal of Psychology*, 91, 451-471.
- Emery N.J. (2000). The eyes have it: the neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(6), 581-604.
- Etienne A.S. (1992). Navigation of a small mammal by dead reckoning and local cues. *Psychological Sciences*, 2, 48-52.
- Fadiga L., Fogassi L., Pavesi G., Rizzolatti G. (1997). Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *Journal of neurophysiology*, 73, 2608-2611.
- Fadiga L., Craighero L., Buccino G., Rizzolatti G. (2002). Speech listening specifically modulates the excitability of tongue muscles: A TMS study. *European Journal of Neuroscience*, 25, 399-402.
- Falck-Ytter T., Gredeback G., von Hofsten C. (2006). Infant predict other people's action goals. *Nature Neuroscience*, 9(7), 878-9.
- Fantz R. (1958). Pattern vision in young infants. *The Psychological Record* 8: 43-47. Fantz, R. L. (1963) Pattern vision in newborn infants. *Science*, 140, 296-297.
- Farah M. (1990). *Visual agnosia : disorders of object recognition and what they tell us about normal vision*. MIT Press, Bradford Books.
- Farneti P., Grossi E. (1995). *Per un approccio ecologico alla percezione visiva*. Franco Angeli, Milano.
- Farrer C., Frith C.D. (2002). Experiencing oneself vs another person as being the cause of an action: the neural correlates of the experience of agency. *Neuroimage*, 15, 596-603.
- Farrer C., Franck N., Georgieff N., Frith C.D., Decety J., Jeannerod M. (2003). Modulating the experience of agency: a positron emission tomography study. *Neuroimage*, 18, 324-333.
- Fecteau S., Lepage J.F., Theoret H. (2006). Autism spectrum disorder: seeing is not understanding. *Current Biology*, 16(4), 131-133.
- Feldman J., Narayanan S. (2004). Embodied meaning in a neural theory of language. *Brain Language*, 89, 385-392.

- Ferrar C., Franck N., Paillard J., Jeannerod M. (2003). The role of proprioception in action recognition. *Consciousness and Cognition*, 12, 609-619.
- Ferrari P.F, Kohler E., Fogassi L., Gallese V. (2000). The ability to follow eye gaze and its emergence during development in macaque monkeys. *Proc Natl Acad Sci*, 97(25), 3997-4002.
- Ferrari P.F., Gallese V., Rizzolatti G, Fogassi L. (2003). Mirror neurons responding to the observation of ingestive and communicative mouth actions in the monkey ventral premotor cortex. *Eur.J.Neurosc.*, 17, 1703-1714.
- Ferrari P.F., Rozzi S., Fogassi L. (2005). Mirror neurons responding to observation of actions made with tools in monkey ventral premotor cortex. *J. Cog. Neurosc.*, 17(2), 212-226.
- Ferrari P.F., Visalberghi E., Paukner A., Fogassi L., Ruggiero A., Suomi S.J. (2006a). Neonatal imitation in rhesus macaques. *PLoS Biology*, 4(9), 302-320.
- Ferrari P.F., Visalberghi E., Paukner A., Fogassi L., Ruggiero A., Suomi S.J. (2006b). Neonatal imitation in rhesus macaques. *PLoS Biology*, 4(9), 302-323.
- Ferrier D. (1875). Experiments on the brain of monkeys. *Proc. R. Soc. Lond.*, 23, 409-430.
- Ferretti F. (2007). Perché non siamo speciali: mente, linguaggio e natura umana. Laterza, Roma.
- Ferretti F. (2010). Alle origini del linguaggio umano: il punto di vista evoluzionistico. Laterza, Roma.
- Ferretti F., Cosentino E. (2011). Avviso ai naviganti: la coscienza orienta il linguaggio. *Sistemi Intelligenti*, 1, 93-112.
- Field T.M., Goldstein S., Vaga-Lahr N., Porter K. (1986). Changes in imitative behavior during early infancy. *Infant Behavior and Development*, 9, 415-421.
- Fisher S. (1986). Development and structure of the body image. Lawrence Erlbaum Associates Publisher, Hillsdale New Jersey London.
- Fodor J.A., Pylyshyn Z. (1981). How direct is visual perception? *Behavioral and Brain Science*, 9, 139-196.
- Fodor J.A. (1983). The modularity of mind: an essay in faculty psychology. Cambridge Ma:Mit Press.
- Fodor J.A. (1992). A theory of the child's theory of mind. *Cognition*, 44, 283-296.

- Fodor J.A. (2001). *The mind doesn't work that way*. Cambridge Ma:Mit Press.
- Fogassi L., Gallese V., Fadiga L., Luppino G., Matelli M., Rizzolatti G. (1996). Coding of peripersonal space in inferior premotor cortex (area F4). *Neurophysiology*, 76, 141-157.
- Fogassi L., Gallese V., Fadiga L., Rizzolatti G. (1998). Neurons responding to the sight of goal-directed hand/arm actions in the parietal area PF (7b) of the macaque monkey. *Soc. Neurosci. Abstr.*, 24, 654.
- Fogassi L., Gallese V., Buccino G., Craighero L., Fadiga L., Rizzolatti G. (2001). Cortical mechanism for the visual guidance of hand grasping movements in the monkey: A reversible inactivation study. *Brain*, 124(3), 571-86.
- Fogassi, L., Ferrari, P.F., Gesierich, B., Rozzi, S., Chersi, F. and Rizzolatti, G. (2005). Parietal lobe: from action organization to intention understanding. *Science*, 308 5722, 662-667.
- Fourneret P., Jeannerod M. (1998). Limited Conscious monitoring of motor performance in normal subjects. *Neuropsychologia*, 36, 1133-1140.
- Fox P., Pardo J., Petersen S., Raichle M. (1987). Supplementary Motor and Premotor Responses to Actual and Imagined Hand Movements with Positron Emission Tomography. *Society for Neuroscience Abstracts*, 13, 14-33.
- Freeman W.J., Nunez R. (1999). Restoring to cognition the forgotten primacy of action, intention and emotion. *Journal of Consciousness Studies*, 11(12), 9-19.
- Frith C.D. (1984). Schizophrenia, memory and anticholinergic drugs. *Psychology*, 93, pp. 339-341.
- Frith C.D. (1992). *The Cognitive Neuropsychology of Schizophrenia*. Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Frith C.D. (1995). Consciousness is for other people. *Behavioral and Brain Science*, 18, 682-683.
- Gabbard C., Cordova A., Lee, S. (2009). Do children perceive postural constraints when estimating reach (motor planning)? *Journal of Motor Behavior*, 41(2), 100–105.
- Galati G., Lobe E., Vallar G., Berthoz A., Pizzamiglio L., La Bihan D. (2000). The neural basis of egocentric and allocentric coding of space in humans: a functional magnetic resonance study. *Experimental Brain Research*, 133, 156-164.

- Galati V., Comitteri G. (2001). Spatial coding of visual and somatic sensory information in body centered coordinates. *European Journal of neuroscience*, 14, 737-746.
- Gallagher S., Cole D.J. (1995). Body schema and body image in a deafferented subject. *Journal of Mind and Behavior*, 16, 369-390.
- Gallagher S., Meltzoff A.N. (1996). The Earliest sense of self and others: Merleau-Ponty and recent developmental studies. *Philosophical Psychology*, 9, 213-236.
- Gallagher S. (2000). Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive sciences. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(1), 14-21.
- Gallagher S. (2001). The Practice of Mind: theory, simulation, or primary interaction? *Journal Of Consciousness Studies*, 5, 83-108.
- Gallagher S., Jeannerod M. (2002). From Action to Interaction. *Journal of Consciousness Studies*, 9, 3-26.
- Gallagher S. (2003). Bodily self-awareness and object-perception. *Theoria et Historia Scientiarum: International Journal for Interdisciplinary Studies* (Poland), 7(1), 53-68.
- Gallagher S. (2004). Neurocognitive Models of Schizophrenia: a neurophenomenological critique. *Psychopathology*, 37, 8-19.
- Gallagher S. (2005a). *How the Body Shapes the Mind*. New York, Oxford University Press.
- Gallagher S. (2005b). Dynamic models of body schematic processes. in H. De Preester & V. Knockaert (Eds.), *Body image and body schema*, pp. 233-250. John Benjamins Publishing Co.
- Gallagher S., Zahavi D. (2008). *The Phenomenological Mind*. Oxford, Routledge; trad. it., *La Mente Fenomenologica*, Milano, Cortina, 2009.
- Gallagher S. (2009). Sense of agency and higher-order cognition: levels of explanation for schizophrenia. *Cognitive Semiotics*, 3, 14-30.
- Gallese V., Fadiga L., Fogassi L., Rizzolatti G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 11(9), 593-609.
- Gallese V., Goldman A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in Cognitive Science*, 2, 493-501.
- Gallese V. (2003). The manifold nature of interpersonal relations: the quest for a common mechanism. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*, 358, 517-528.

- Gallese V., Lakoff G. (2005a). The brain's concept: the role of sensorymotor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 21, 455-579.
- Gallese V. (2005b). Embodied simulation: from neurons to phenomenal experience. *Phenomenology and Cognitive Sciences*, 4, 23-48.
- Gallese V., Umiltà M.A. (2006). Cognitive continuity in primate social cognition. *Biological Theory*, 1(1), 25-30.
- Gallese V., Sinigaglia C. (2010). The bodily self as power for action. *Neuropsychologia*, 48, 746-755.
- Gamberini L., Seraglio B., Priftis K., (2008). Processing of peripersonal and extrapersonal space using tools: evidence from visual line bisection in real and virtual environments. *Neuropsychologia*, 46(5), 1298-1304.
- Gärdenfors P. (1994). Speaking about the inner environment. in *Of Thoughts and Words*, Sture Allén (ed.), *Proceedings of the Nobel symposium on Mind and language*, 3, 56-75.
- Gärdenfors P. (2003). Language and evolution of cognition. *Behavioural Processes*, 2, 34-50.
- Gärdenfors P., Perrson T., Zlatev J. (2008) First Communion: Mimetic Sharing without Theory of Mind. Daniel D. Hutto (ed.) in *The Shared Mind: Perspectives on Intersubjectivity*.
- Georgieff N., Jeannerod M. (1998). Beyond Consciousness of external reality: a «who» system for consciousness of action and self-consciousness. *Consciousness and cognition*, 7, 565-477.
- Gergely G., Nádasy Z., Csibra G., Bìrò S. (1995). Taking the intentional stance at 12 months of age. *Cognition*, 56, 165-193.
- Gergely G., Csibra G. (2000). The teleological origins of naive theory of mind in infancy. Paper presented at the Symposium on Origins of Theory of Mind: Studies with Human Infants and Primates. Twelfth Biennial International Conference on Infant Studies (ICIS), Brighton, UK.
- Gergely G., Csibra G. (2003). Teleological reasoning in infancy: the naive theory of rational action. *Trends Cogn. Sci.*, 7, 287-292.
- Gibson J.J. (1962). Observations on active touch. *Psychological Review*, 69(6), 477-491.
- Gibson J.J. (1966). *The senses considered as perceptual system*. Boston, Houghton Mifflin.

- Gibson J.J. (1977). *The Theory of Affordances. Perceiving, Acting, and Knowing*. Boston, Robert Shaw and John Bransford editors.
- Gibson J.J. (1979). *An Ecological approach to visual perception*. Boston, Houghton Mifflin.
- Gibson J.J. (1982). *Reason for Realism*. Hillsdale, Laurance Erlbaum associates.
- Gibson E. (1988). Exploratory Behavior in the development of perceiving, acting and the acquiring of knowledge. *Ann. Rev. Psychology*, 39, 1-41.
- Gibson E. (1992). Learning to Perceive and Perceiving to learn. *Developmental Psychology*, 28(3), 787-794.
- Glenberg A., Cowart M.R., Kaschak M.P. (2001). An affordance field for guiding movement and cognition. *Behavioral and Brain Sciences* 24(1),43-44.
- Goldman A. (1989). Interpretation Psychologized. *Mind and Language*, 4, 165-82.
- Goldman A. (1992). In Defense of Simulation Theory. *Mind and Language*, 7, 78-140.
- Goldman A. (1993). The Psychology of Folk Psychology. *Behavioural and Brain Sciences*, 16, 45-78
- Goldman A. (1995). Empathy, Mind and Morals. In M. Davies and T. Stone (eds), *Mental Simulation: Philosophical and Psychological Essays*. Oxford: Blackwells. 185-208.
- Goldman A. (2000). The mentalizing folk. In *Metarepresentation*, Sperber D (ed.). London: Oxford University Press.
- Goldman A., Gallese V. (2000). Reply to Schulkin. *Trends in Cognitive Sciences*, 4: 255-6.
- Goldman A. (2006). *Simulating Minds: the philosophy, psychology, and neuroscience of mindreading*. Oxford, Oxford University Press.
- Goldman A. (2007). In defense of simulation theory. *Mind & Language*, 4, 161-185.
- Goldman A. (2008). Mirroring, Mindreading, and Simulation. In Jaime Pineda (ed.), *Mirror Neuron Systems: The Role of Mirroring Processes In Social Cognition*, Humana Press.
- Gopnik A., Meltzoff A.N. (1997). *Words, thoughts and theories*. Cambridge, MA:MIT Press.

- Gopnik A., Wellman H.M. (1994). The theory-theory. In L. Hirschfeld & S. Gelman (Eds.), *Domain-Specificity in Cognition and Culture* (pp. 257-293). New York: Cambridge university Press.
- Gopnik A., Meltzoff A.N. (1997). *Words, thoughts, and theories*. Cambridge, Mass: Bradford, MIT Press.
- Gopnik, A. (2003). The theory theory as an alternative to innates hypothesis. In L. Antony & N. Horstein (Eds.) *Chomsky and his critics* (pp.238-254). New York: Basil Blackwell.
- Gopnik, A., Meltzoff, A.N. (1997). *Words, thoughts, and theories*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gordon R.M. (1986). Folk Psychology as Simulation. *Mind and Language*, 1, 158-71.
- Gordon R.M. (1992). The Simulation Theory: objections and misconceptions. *Mind and Language*, 7, 41-67.
- Gordon R.M. (1995a). The Simulation Theory: Objections and Misconceptions. In M. Davies and T. Stone (eds), *Folk Psychology*. Oxford: Blackwells. 100-122.
- Gordon R. M. (1995b). Developing commonsense psychology: Experimental data and philosophical data. *APA Eastern Division Symposium on children's theory of mind*, 27, 78-130.
- Gordon R.M. (1996). Radical Simulation. In P. Carruthers and P. Smith (eds), *Theories of Theories of Mind*. Cambridge University Press. 11-21.
- Gordon R., Cruz J. (2003). Simulation theory. *Encyclopedia of Cognitive Science* London: The Nature Publishing Group Macmillan Reference Ltd.
- Gregory R.L. (1980). Perception as hypothesis. in Noë A. e Thompson E. (eds.), 2002, pp. 111-133.
- Gregory R.L. (1966). *Eye and Brain: the psychology of seeing*. New York, McGraw-Hill; trad. it. *Occhio e cervello. La psicologia del vedere*, Milano, Il Saggiatore, 1966.
- Grèzes J., Costes N., Decety J. (2001). Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: a meta-analysis. *Hum.Brain.Mapp*, 12, 775-785.
- Grèzes J., Fonlupt P., Bertenthal B., Delon-Martin C., Segebarth C., Decety J. (2001). Does perception of biological motion rely on specific brain regions? *Neuroimage*, 13, 775-785.

Grèzes J., Armony J.L., Rowe J., Passingham R.E. (2003). Activation related to “mirror” and “canonical” neurones in the human brain: an fMRI study. *Neuroimage*, 18, 928-937.

Grüsser O.J., Landis T. (1991). The splitting of “I” and “me”: heautoscopy and related phenomena. *Visual agnosias and other disturbances of visual perception and cognition*, 297-303.

Guaraldi G.P. (1990). Immagine del corpo: un concetto di confine. *Età Evolutiva*, 35, 52-59.

Hartley T., Maguire E.A., Spiers H.J., Burgess N. (2003). The well-worn route and the path less traveled: distinct neural bases of route following and wayfinding in humans. *Neurosci*, 37, 877-888.

Hare B., Call J., Tomasello M. (2001). Do chimpanzees know what conspecifics know? *Anim Behav.* 61(1), 139-151.

Haruno M., Kuroda T., Doya K., Toyama K., Kimura M., Samejima K., Imamizu H., Kawato M. (2004). A neural correlate of reward-based behavioral learning in caudate nucleus: a functional magnetic resonance imaging study of a stochastic decision task. *J Neurosci*, 24, 1660-1665.

Haggard P., Magno E. (1999). Localising awareness of action with transcranial magnetic stimulation, *Exp. Brain Res.* 127, 102-107.

Haggard P. (2005). Conscious intention and motor cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 290-295.

Harris P. L. (1989). *Children and emotion*. Cambridge University Press, New York.

Harris P.L. (1992). From simulation to folk psychology: the case for development. *Mind and Language*, 7, 120-144.

Harris P.L. (1995). From Simulation to Folk Psychology: the case for development. In M. Davies and T. Stone (eds.), *Folk Psychology*. Oxford, Blackwell, pp. 207-231.

Hatfield E., Hsee C.K., Costello J., Weisman M.S., Denney C. (1995). The impact of vocal feedback on emotional experience and expression. *Journal of Social Behavior and Personality*, 10, 293-312.

Heal J. (1994). Simulation vs. Theory Theory: What Is at Issue? In C. Peacocke (ed), *Objectivity, Simulation and the Unity of Consciousness*. Oxford University Press, pp. 129-144.

Heal J. (1995a). Replication and Functionalism. In M. Davies and T. Stone (eds), *Folk Psychology*. Oxford: Blackwells. 45-59.

- Heal J. (1995b). How to Think About Thinking. In M. Davies and T. Stone (eds), *Mental Simulation: Philosophical and Psychological Essays*. Oxford: Blackwells. 33-52.
- Heal J. (1996a). Simulation, theory, and content. In P. Carruthers and P. K. Smith (eds.), *Theories of theories of mind*. Cambridge University Press: Cambridge. 75-89.
- Heal J. (1996b). Simulation and Cognitive Penetrability. *Mind and Language*, 11, 44-67.
- Healy S. (1998). *Spatial representation in animals*. Oxford: Oxford University Press.
- Head H., Holmes G. (1911). Sensory disturbances from cerebral lesions. *Brain*, 34, 102-254.
- Head H. (1920). *Studies in Neurology*, vol. 2. London, Oxford University Press.
- Hein A., Jeannerod M. (Eds.) (1983). *Spatially oriented behavior*. Springer-Verlag, New York.
- Hein G., Singer, T. (2008). I feel how you feel but not always: the empathic brain and its modulation. *Current Opinion in Neurobiology*, 18, 153-158.
- Held R., Hein A. (1963). Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 56(5), 872-876.
- Helmholtz H. (1995). *Science and culture: popular and philosophical essays*. University of Chicago Press, Chicago.
- Hirai M., Hiraki, K. (2005). An event-related potentials study of biological motion perception in human infants. *Cognitive Brain Research*, 22(2), 301-304.
- Hobson P.J. (1993). *Autism and the Development of Mind*, Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Hoffman M.L. (1977). Empathy, its development and prosocial implications, in Keasy C.B. (ed.) *Nebraska Symposium on Motivation*, 25, 16-217.
- Hoffman, M.L. (1981). The development of empathy. In Rushton J.P. & Sorrentino M. (Eds), *Altruism and helping behavior*, 41-63. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

- Holmes N.P., Calvert G.A, Spence C. (2004). Extending or projecting peripersonal space with tools? Multisensory interactions highlight only the distal and proximal ends of tools. *Neuroscience Letters*, 372, 62-67.
- Holmes N.P., Spence C. (2004). The Body Schema and the multisensory representation of peripersonal space. *Cognitive Processing*, 5, 94-105.
- Hommel B., Musseler J., Aschersleben G., Prinz W. (2001). The Theory of event coding: a framework for perception and action planning. *Behavioural and Brain Science*, 24, 849-874.
- Hong J., Pinette B., Weiss R., Riseman E. M. (1992). Image based homing. *Control Systems*, 2, 38-45.
- Houston-Price C., Nakai S. (2004). Distinguishing novelty and familiarity effects in infant preference procedures. *Inf. Child Dev.*, 13, 341-348.
- Husserl E. (1893-1917). *Per la fenomenologia della coscienza interna del tempo*, trad. it. di A. Marini, Milano, Franco Angeli, 1985.
- Humphrey N. K., Weiskrantz L. (1967). Vision in monkeys after removal of the striate cortex. *Nature*, 215, 595-597.
- Humphrey N.K. (1974). Species and individuals in the perceptual world of monkeys. *Perception*, 31, 105-114.
- Humphrey N.K. (1976). The social function of intellect. In: Bateson, P. & Hinde, R.A. (eds.) *Growing points in ethology*. Cambridge, Cambridge University Press. pp. 303-321.
- Hurford J. (2002). Language beyond our grasp: what mirror neurons can, and cannot, do for language evolution. In K. Kimbrough Oller, U. Griebel, & K. Plunkett (Eds.), *Evolution of communication systems: A comparative approach* (pp. 297-313). Cambridge, MA: MIT Press.
- Hurley S. L. (1998). *Consciousness in Action*. Cambridge: Harvard University Press.
- Hutchins E. (1995). *Cognitions in the wild*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hyvarinen J. (1981). Regional distribution of functions in parietal association area 7 of the monkey. *Brain*, 97, 673-692.
- Hyvarinen J. (1982). Posterior parietal lobe of the primate brain. *Physiol Rev* 62(3), 1060-129.
- Iacoboni M., Woods R. P., Brass, M., Bekkering H., Mazziotta, J. C. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 286, 2526-2528.

Iacoboni M. (2004). Understanding others: Imitation, language, empathy. In: Perspectives on imitation: from mirror neurons to memes (Hurley S, Chater N, eds). Cambridge, MA: MIT Press (in 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, 529-535.

Iacoboni M., Dapretto M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews/Neuroscience*, 7, 942-951.

Iacoboni M., Uddin L., Lange C., Keenan P. (2008). The self and social cognition: the role of cortical midline structures and mirror neurons. *Trends in Cognitive Science*, 11(4), 153-170.

Iriki A. (1996). Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones. *Neuroreport*, 7, 2325-2330.

James W. (1890). *The Principles of Psychology*, 2 vols. Dover Publications, Inc., New York.

Jax S.A., Buxbaum L.J. (2010). Response interference between functional and structural actions linked to the same familiar object. *Cognition*, 115, 350-355.

Jeannerod M. (1994). The representing brain. Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 187-245.

Jeannerod M., Arbib M.A., Rizzolatti G., Sakata H. (1995). Grasping objects: the cortical mechanisms of visuomotor transformation, *Trends Neurosci*, 18, 314-320.

Jeannerod M., Decety J., Michel F. (1995). Impairment of grasping movements following a bilateral posterior parietal lesion. *Neuropsychologia*, 32, 369-380.

Jeannerod M., Frak V. (1999). Mental imaging of motor activity in humans. *Curr. Opin. Neurobiol.*, 9, 735-739.

Jeannerod M. (2001). Neural simulation of action: A unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage*, 14, S103-S109.

Jeannerod M., Posada A., Franck N. (2002) Use of a rule in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 109, 289-296.

Jeannerod M., Pacherie E. (2004). Agency, simulation and self-identification. *Mind and Language*, 19(2), 113-146.

- Johnoson M. (1987). *The body in the mind: the bodily basis of imagination, reason and meaning*. Chicago: Chicago University Press.
- Johnson-Laird P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, Cambridge University Press; trad. it. *Modelli mentali*, Bologna, Il Mulino, 1988.
- Karmiloff-Smith A. (1988). The child is a theoretician, not an inductivist. *Mind and Language*, 3, 183-195.
- Keil F.C. (1989). *Concepts, Kinds, and Cognitive Development*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Keysers C., Xiao D.K., Foldiak P., Perrett D.I. (2001). The speed of sight. *J Cogn Neurosci*, 13, 90-101.
- Kelso J.S., Del Colle J.D., Schonher G. (1990). Action-perception as a pattern formation process, in Jeannerod M. (ed.). *Attention and Performance XIII, Motor representation and Control*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale (NJ).
- Kelso S. A. (1995). *Dynamic Patterns*. Mit Press, Cambridge.
- Kimming H., Greenlee M.W., Gondan M., Schira M., Kassubek J., Mergner T. (2001). Relationship between saccadic eye movement and cortical activity as measured by fMRI: quantitative and qualitative aspects. *Exp.Brain Res.*, 141, 184-194.
- Kircher T., David A., (eds.) (2003). *The Self in Neuroscience and Psychiatry*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kirsh D., Maglio P. (1994). On Distinguishing Epistemic from Pragmatic Actions. *Cognitive Science*, 18(4), 513-549.
- Knoblich G., Flach R. (2001). Predicting the effects of actions: interactions of perception and action. *Psychological Science*, 12, 467-472.
- Knoblich G. (2003). Action Identity: evidence form self-recognition, prediction and coordination. *Consciousness and Cognition*, 12, 620-632.
- Koenderink J., Van Doorn A. (1975). Invariant properties of the motion parallax field due to the motion of rigid bodies relative to the observer. *Optica Apta*, 22, 773-791.
- Korb J. (2003). The shape of compass termite mounds and its biological significance. *Insectes Sociaux*, 50, 218-221.

Kohler E., Keysers C., Umiltà M.A., Fogassi L., Gallese V., Rizzolatti G. (2002). Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science*, 297, 846–848.

Kosslyn M. (1980). *Image and Mind*. Cambridge (Mass.), Harvard University Press.

Kosslyn M. (1988). Aspects of a Cognitive Neuroscience of Mental Imagery. *Science*, 240, 1621-1636.

Kosslyn M., Chabris C. F. (1990). Naming pictures. *J. Visual Lang. Comput*, 1, 77-95.

Kosslyn M., Alpert, N. M., Thompson, W. L., Maljkovic, V., Weise, S. B., Chabris, C. F., Hamilton, S. E., Rauch, S. L., and Buonanno, F.S. (1993). Visual mental imagery activates topographically organized visual cortex: PET investigations. *J. Cognit. Neurosci*, 5, 263-287.

Kosslyn M., Alpert N. M., Thompson, W. L., Chabris, C. F., Rauch, S. L., and Anderson, A. K. (1994). Identifying objects seen from different viewpoints: A PET investigation. *Brain*, 117, 1055-1071.

Krams M., Rushworth M.F., Deiber M.P., Frackowiak R.S., Passingham R.E. (1998). The preparation, execution and suppression of copied movements in the human brain. *Exp Brain Res*, 120, 386-398.

Krolak-Salmon P., Hénaff M. (2003). An Attention modulated response to disgust in human ventral anterior insula. *Annals Of Neurology*, 53, 446-453.

Kugiumutzakis G. (1998). Neonatal imitation in the intersubjective companion space. In S. Braten (ed.), *Intersubjective Communication and Emotion in Early Ontogeny*. Cambridge University Press, pp. 63-88.

Lakoff G., Johnson M. (1999). *Philosophy in the flesh: the embodied mind and its challenge to western thought*. New York: Basic Books.

Lambrinos D., Moller R., Labhart T., Pfeifer R., Wehner R. (2000). A mobile robot employing insect strategies for navigation. *Robotics and Autonomous Systems, special issue: Biomimetic Robots*, 30, 39-64.

Lepage J.F., Theoret H. (2007). The mirror neuron system: grasping other's actions from birth? *Developmental Science*, 10(5), 513-529.

Laquaniti L., Perani D. (1997). Visuomotor transformation for reaching to memorized targets: a PET study. *Neuroimage*, 5, 129-146.

LeDoux J. (1996). *The Emotional Brain: the mysterious underpinnings of emotional life*. New York, Penguin; trad.it., *Il Cervello emotivo: alla ricerca delle emozioni*, Milano, Baldini Castoldi, 1998.

- LeDoux J. (2002). *Synaptic Self: how our brains become who we are*, New York, Penguin; trad. it. *Il sé sinaptico: come il nostro cervello ci fa diventare quelli che siamo*, Milano, Cortina, 2002.
- Lee D.N., Young D.S. (1986). Gearing action to the environment. *Experimental Brain Research Series*, 15, 217-230.
- Legrand D. (2006). The bodily self: the sensory-motor roots of pre-reflexive selfconsciousness. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 5, pp. 89-118.
- Legrand D. (2007a). Naturalizing the acting self: subjective vs. anonymous agency. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1, 90-135.
- Legrand, D. (2007b). Pre-reflective self-as-subject from experiential and empirical perspectives. *Consciousness and Cognition*, 3, pp. 78-110.
- Lhermitte F., Pillon B., Serdaru M. (1986). Human autonomy and the frontal lobes. Part I: Imitation and utilization behavior: a neuropsychological study of 75 patients. *Ann. Neurology*, 19(4), 326-34.
- Lepage J.F., Theoret H. (2007). The mirror neuron system: grasping other's actions from birth? *Developmental Science*, 10(5), 513-529.
- Leslie A.M., Roth D. (1993). What autism teaches us about metarepresentation. In S. Baron-Cohen, H. Tager-Flusberg, D.J. Cohen (Eds.), *Understanding Other Minds: Perspectives from Autism*. Oxford: Oxford University Press.
- Leslie A.M. (1994). ToMM, ToBY, and agency: core architecture and domain specificity. In L. Hirschfeld e S. Gelman (Eds.), *Mapping the mind: domain specificity in cognition and culture*. New York: Cambridge University Press.
- Leslie A.M. (1995) A Theory of Agency. In D. Sperber, D. Premack and A. Premack (eds.) *Causal Cognition*. Oxford University Press.
- Leslie A.M. (2000). Theory of mind as a mechanism of selective attention. In M. Gazzaniga (Ed.) *The cognitive neurosciences*, (pp. 1235-1247). Cambridge, MA: MIT Press.
- Levins R., Lewontin R. (1985). *The Dialectical Biologist*, Harvard University Press.
- Leslie K.R., Johnson-Frey S.H., Grafton S.T. (2004). Functional imaging of face and hand imitation: towards a motor theory of empathy. *NeuroImage*, 21, 601-607.
- Lewis M., Goldberg S., Campbell, H. (1969). A developmental study of information processing within the first three years of life: response decrement to a redundant signal. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 34, 45-77.

- Lieberman A.M., Mattingly I.G. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition*, 21, 1-36.
- Lieberman A.M., Whalen D.H. (2000). On the relation of speech to language. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 187-196.
- Lycan W.G. (1996). *Consciousness and Experience*. Cambridge, MA: Bradford Books, MIT Press.
- Lyons D.E., Santos L.R., Keil F.C. (2006). Reflections of other minds: how primate social cognition can inform the function of mirror neurons. *Curr. Opin. Neurobiol.*, 16(2), 230-234.
- Lyons D.E., Santos, (2007). Ecology, Domain Specificity, and the Origins of Theory of Mind: Is Competition the Catalyst? *Philosophy Compass*
- Logan R. (2004). The Extended Mind Model of the Origin of Language and Culture. *Proceedings of the Media Ecology Association*, 7-22.
- Loomis J.M., Klatzky R.L., Golledge R.G., Cicinelli P., Pellegrino J.W., Fry P.A. (1993). Non-visual navigation by blind and sighted: Assessment of path integration ability. *Journal of Experimental Psychology*, 122, 73-91.
- Lowe E.J. (2000). *An Introduction to the Philosophy of Mind*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lou H.C. (2004) Parietal cortex and representation of the mental Self. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 101, 6827-6832.
- MacDonald P., Paus T. (2003). The role of parietal cortex in awareness of self-generated movements: a transcranial magnetic stimulation study. *Cerebral Cortex*, 13, 962-967.
- Maguire E.A., Spiers H. J., Good C.D., Hartley T. (2003). Navigation expertise and the human hippocampal neural nets. *Neural Networks*, 13(5), 208–217.
- Mancia M. (2004). *Sentire le parole*. Bollati Boringhieri, Torino.
- Maravita A. (2001). Reaching with a tool extends visual-tactile interactions into far space: evidence from cross-modal extinction. *Neuropsychologia*, 39, 580-585.
- Maravita A. (2002). Active tool-use with contralesional hand can reduce crossmodal extinction of touch on that hand. *Neurocase*, 8, 411-416.
- Maravita A. (2003). Multisensory integration and the body schema: close to hand and within reach. *Curr. Biology*, 13, 531-539.

- Maravita A., Iriki A. (2004). Tools for the Body (schema). *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 79-86.
- Marcel A. (2003). The sense of agency: Awareness and ownership of action, in Roessler, J. & Eilan, N. (eds.) *Agency and Self-Awareness*, pp. 48-93, Oxford: Oxford University Press.
- Marchetti A. (1995). L'accesso alla mente: panorami e percorsi. In O. Liverta Sempio, A. Marchetti (a cura di), *Il pensiero dell'altro*. Milano, Cortina.
- Marconi D. (2005). Contro la mente estesa. *Sistemi intelligenti*, n. 3, pp. 23-45.
- Marr D. (1982). *Vision*, Freeman & Co., San Francisco.
- Marraffa M., Paternoster A. (a cura di) (2011). *Scienze Cognitive: un'introduzione filosofica*. Corocci, Roma.
- Massironi M. (1998). *Fenomenologia della percezione visiva*. Il Mulino, Bologna.
- Maturana H.R., Varela F.J. (1980). *Autopoiesis and Cognition. The realization of the Living*. Reidel Publishing Company, Dodrecht, Holland.
- Maturana H.R., Varela F.J. (1992). *The tree of knowledge: The biological roots of human understanding*. Boston: Shambhala.
- McDowell (1994). The content of perceptual experience. *The Philosophical Quarterly*, 44, 190-205.
- Meini C. (2007). *Psicologi per natura: introduzione ai meccanismi cognitivi della psicologia ingenua*. Roma, Carocci.
- Meltzoff N.A., Moore M.K. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates, *Science*, 198,75-78.
- Meltzoff N.A., Gopnik (1993). The role of imitation in understanding persons and developing a theory of mind. In Baron-Cohen, *Understanding other mind*, pp.335-336.
- Meltzoff, A., Moore. M. K. (1994) Imitation, memory, and the representation of persons. *Infant Behavior and Development*, 17, 83-99.
- Meltzoff N.A., Moore M.K. (1995). Infants' understanding of people and things. in J. Luis Bermúdez (ed.), *The body and the self*. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 43-69.
- Meltzoff N.A., Moore M.K. (1998). Infant Intersubjectivity. Broadening the dialogue to include imitation, identity and intention. in S. Braten (ed.),

Intersubjective Communication and Emotion in Early Ontogeny. Cambridge University Press, pp. 47-72.

Meltzoff A.N., Prinz W. (eds.) (2002). *The Imitative Mind: development, evolution and brain bases*. Cambridge University Press.

Meltzoff A.N., Decety J. (2003). What imitation tells us about social cognition: a rapprochement between developmental psychology and cognitive neuroscience. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B, Biological Sciences*, 358 (1431), 491–500.

Meltzoff A.N. (2007). “Like me”: a foundation for social cognition. *Dev. Sci.* 10(1), 126-134.

Melzack R., Isreal R., Schultz G. (1997). Phantom Limbs in people with congenital limb deficiency or amputation in early childhood. *Brain*, 120, 1603-1620.

Merleau-Ponty M. (1965). *Fenomenologia della Percezione*, trad. it. di A. Bonomi, Il Saggiatore, Milano.

Mesulam M. (1981). A cortical network for directed attention and unilateral neglect. *Annals of Neurology*, 10, 309-325.

Metzinger T. (2000). *Neural Correlates of Consciousness: empirical and conceptual questions*. Cambridge Mit Press.

Metzinger T. (2003). *Being No One*. Cambridge, MA:MIT Press.

Metzinger T. (2009). *The ego tunnel: the science of the mind and the myth of the self*. New York, Basic Books; trad.it., *Il tunnel dell’Io: scienza della mente e mito del soggetto*, Milano, Cortina Editore, 2010.

Michaels C., Carello C. (1981). *Direct Perception*. Prentice Hall, N.J.

Moore A. W. (1997). *Points of View*. Clarendon Press, Oxford.

Morrison I., Lloyd D., di Pellegrino G., Roberts N. (2004). Vicarious responses to pain in anterior cingulate cortex: is empathy a multisensory issue? *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4, 270-278.

Morrison I. (2007). Motivational-affective processing and the neural foundations of empathy. In: Farrow T., Woodruff P., (eds). *Empathy in mental illness and health*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.

Moses L.J., Flavell J.H. (1990). Inferring false beliefs from actions and reactions. *Child Development*, 61, 929-945.

Mosso A. (1901). *La Paura*. Treves, Milano.

- Myin E., O'Regan K. (2002). Perceptual Consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, 9, 27-45.
- Myowa M. (1996). Imitation of facial gestures by an infant chimpanzee. *Primates*, 37, 207-213.
- 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(4), 2226-30.
- Neisser U. (1988). Five kinds of self-knowledge. *Philosophical Psychology*, 1, 35-59.
- Neisser U. (1991). Two perceptually given aspects of the self and their development. *Developmental Review*, 11, pp. 197-209.
- Neisser U. (1993). *The perceived Self*. Cambridge University Press; trad. it *La percezione del Sé*, Torino, Bollati Boringhieri, 1999.
- Nielsen T. I. (1963). Volition: a new experimental approach. *Scandinavian Journal of Psychology*, 9, 129-154.
- Noë A., Thompson E. (2002). *Vision and Mind*. Cambridge, The MIT Press.
- Noë A. (2005). *Action in Perception*. Mit Press, Cambridge.
- Noë A. (2009). *Out of Our Heads. Why you are not your brain, and other lessons from the biology of consciousness*; trad. it., *Perché non siamo il nostro cervello. Una teoria radicale della coscienza*, Cortina, Milano, 2010.
- Onishi K.H., Baillargeon R. (2005). Do 15 months-old understand false beliefs? *Science*, 308, 255-258.
- O'Regan J.K., Noë A. (2001). A sensorimotor Account of Vision and Visual Consciousness. *Behavioral and Brain Science*, 24, 78-130.
- O'Regan J.K. (2009). Sensorimotor approach to (phenomenal) consciousness; in Baynes, T., Cleeremans, A. & Wilken, P. (Eds), *Oxford Companion to Consciousness*, pp. 588-593, Oxford, Oxford University Press.
- Paillard L. (1991). Motor and representational framing of space. In J. Paillard (Ed.), *Brain and space* (pp.163-182). Oxford: Oxford University Press.
- Pani J.R., Dupree D. (1994). Spatial reference systems in the comprehension of rotational motion. *Perception*, 23, 929-946.
- Pandya D.N., Seltzer B. (1982). Intrinsic connections and architectonics of posterior parietal cortex in the rhesus monkey. *Comp. Neurol.*, 204(2), 196-210.

- Parnas J., (1994). Basic disorder concept from the viewpoint of family studies in schizophrenia. In G. Gross (ed.), *Perspektiven psychiatrische Forschung und Praxis*. Schattauer Verlag, Stuttgart, 65-88.
- Parnas J., Jansson L., Sass L.A., Handest P. (1998). Self-experience in the prodromal phases of schizophrenia: a pilot study of first-admissions. *Neurol Psychiatry Brain Res*, 6: 97-106.
- Parnas J., Sass L. (2001). Self, solipsism and schizophrenic delusions. *Philosophy, Psychiatry and Psychology*, 2(3), 101-20.
- Parsons L.M. (1994). Temporal and kinematic properties of motor behavior in mental simulated action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 20, 709-730.
- Parsons L.M. (1995). Use of Implicit Motor Imagery for Visual Shape Discrimination as Revealed by PET. *Nature*, 37(5), 54-58.
- Parvizi J., Damasio A. (2003). Neuroanatomical correlates of brainstemcoma. *Brain*, 126, 1524-1536.
- Pascual-Leone A., Bartres-Faz, D., Keenan J.P. (1999). Transcranial magnetic stimulation: Studying the brain-behaviour relationship by induction of ‘virtual lesions’. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 354, 1229 –1238.
- Paternoster A. (2007). *Il filosofo e i sensi: introduzione alla filosofia della percezione*. Roma, Carocci.
- Paternoster A. (2010). Le teorie simulative della comprensione e l’idea di cognizione incarnata. *Sistemi Intelligenti*, 1, 131-161.
- Paukner A., Anderson J.R., Borelli E., Visalberghi E., Ferrari P.F. (2005) Macaques (*Macaca nemestrina*) recognize when they are being imitated. *Biol. Lett.* 1, 219-222.
- Pellicano A., Iani C., Borghi A.M., Rubichi S., Nicoletti R. (2010). Simon-like and functional affordance effects with tools: The effects of object perceptual discrimination and object action state. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63, pp. 2190-201.
- Perenin M. T., Vighetto A. (1988). Optic ataxia: A specific disruption in visuomotor mechanisms: different aspects of the deficit in reaching for objects. *Brain*, 111, 643–674.
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Perner J., Ruffman T., Leekam S.R. (1994). Theory of mind is contagious: you catch it from yours sibs. *Child Development*, 65, 1128-38.
- Petrides M., Pandya D.N. (1997). In F. B. a. J. Grafman (Ed.), *Handbook of Neuropsychology* (Vol. IX, pp. 17 - 58). Amsterdam: Elsevier.
- Pfeifer R., Scheier C. (1999). *Understanding Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Piaget J. (1937) *La costruzione del reale nel bambino*. La Nuova Italia, Firenze, 1973.
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. New-York: International University Press.
- Piaget J. (1967). *Lo sviluppo mentale del bambino*. Einaudi, Torino.
- Pievani T. (2005). *Introduzione alla filosofia della biologia*, Roma, Laterza.
- Pylyshyn Z. (2000). Situating vision in the world. *Trends in Cognitive Science*, 4(5) 197-207.
- Polkinghorne D.E. (1998). *Narrative Knowing and the Human Sciences*. SUNY Press, Albany.
- Povinelli D.J., Eddy T.J. (1996). What young chimpanzees know about seeing. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 61, 1-152.
- Povinelli D.J. (2000). Folk physics for apes: a chimpanzee's theory of how the world works. Oxford University Press, Oxford.
- Povinelli D.J., Giambrone S. (2001). Reasoning about beliefs: a human specialization? *Child Development*, 72(3), 691-695.
- Premack D., Woodruff G. (1978). Does a chimpanzee have a theory of mind? *Behavioural and brain sciences*, 1, 515-526.
- Premack D. (1990). The infant's theory of self-propelled objects. *Cognition*, 36, 1-16.
- Preston D.S., de Waal F.B.M. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Science*, 25, 1-72.
- Previc F. H. (1998). The neuropsychology of 3-D space. *Psychological Bulletin*, 124, 123-163.
- Prinz W. (1987). Ideo-motor action. In H. Heuer & A. F. Sanders (Eds.). *Perspectives on perception and action*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Prinz W. (1990). A common coding approach to perception and action. In O. Neumann & W. Prinz (Eds.). Relationships between perception and action: Current approaches. (pp. 167-201). Berlin, New York: Springer.
- Prinz W. (1997). Perception and action planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 129-154.
- Prinz W. (2002). Experimental approaches to imitation. In Prinz, W., Meltzoff, A.N. (Eds.). The imitative mind : development, evolution and brain bases. Cambridge university.
- Racine P.T., Carpendale J. (2007). Shared practices: understanding, language and joint attention. *British Journal of Developmental Psychology*, 25, pp. 45-54.
- Raos V., Umiltà M.A., Murata A., Fogassi L., Gallese V. (1996). Functional properties of grasping-related neurons in the ventral premotor area F5 of the macaque monkey. *Journal of Neurophysiology*, 95(2),709-729.
- Ravesz G. (1950). Psychology and art of the blind. *The Dublin Magazine*, 25(69),1-69.
- Reed C.L., Farah M.J. (1995). The psychological reality of the body schema: a test with normal participants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(3), 334-343.
- Regolin L., Vallortigara G., Zanforlin, M. (1995). Detour behaviour in the domestic chick: Searching for a disappearing prey or a disappearing social partner. *Animal Behaviour* (50), 203-211.
- Riva G. (ed.) (2008). Enacting Intersubjectivity: a cognitive and social perspective on the study of interactions. Ios Press, Amsterdam.
- Rizzolatti G., Fogassi L., Gallese V. (1997) Parietal cortex: from sight to action. *Curr Opin Neurobiol.*, (4):562-7.
- Rizzolatti G., Luppino G., Matelli M. (1998) The organisation of the cortical motor system: new concept, *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 106: 283-296.
- Rizzolatti G., Arbib Micheal A. (1998). Language within our grasp. *Trends in Neurosciences*, 21, pp. 188-194.
- Rizzolatti G., Matelli M. (2003). Two different streams form the dorsal visual system: anatomy and Functions. *Experimental Brain Research*, 153, 146–157.
- Rizzolatti G., Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169-192.

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

Rizzolatti G., Sinigaglia C. (2007). Mirror neurons and motor intentionality. *Functional Neurology*, 22, 205-210.

Rochat P. (1995). The self in infancy. Theory and research. Advances in psychology (112) Ed. Noth-Holland. Amst.

Rochat P. (2001). The infant's world. Harvard University press.

Roessler J., Eilan N. (eds.). Agency and Self-Awareness. Oxford: Oxford University Press.

Roland P., Larsen B., Lassen N., Skinhoj E. (1980). Supplementary Motor Area and Other Cortical Areas in Organization of Voluntary Movements in Man. *Journal of Neurophysiology*, 43, 118-136.

Ronacher B., Wehner R. (1995). Desert ants, *Cataglyphis fortis*, use self-induced optic flow to measure distance travelled. *Journal of Comparative Physiology*, A(177), 21-27.

Rose S.A., Gottfried A.W., Carminar P.M., Bridger W.H. (1982). Familiarity and novelty preference in infant recognition memory: Implications for information processing. *Developmental Psychology*, 18, 703-713.

Roth M. (1996). Possible Involvement of Primary Motor Cortex in Mentally Simulated Movement: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *NeuroReport*, 7, 1280-1284.

Santos L.R., Nissen A.G., Ferrugia J.A. (2006). Rhesus monkeys, *Macaca mulatta*, know what others can and cannot hear. *Animal Behavior*, 71, 1175-1181.

Sartre J. P. (1962). L'immaginazione: idee per una teoria delle emozioni. Milano, Bompiani.

Santos L.R., Nissen A.G., Ferrugia J.A. (2006). Rhesus monkeys, *Macaca mulatta*, know what others can and cannot hear. *Animal Behavior*, 71, 1175-1181.

Sass L.A. (1992). Madness and Modernism. Insanity in the Light of Modern Art, Literature and Thought. Basic Books, New York.

Sass L.A. (1994). The Paradoxes of Delusion. Wittgenstein, Schreber and the Schizophrenic Mind. Cornell Univ. Press, Ithaca.

Sass L.A. (1998). Schizophrenia, self-consciousness and the modern mind. *Journal of Consciousness Study*, 5, 543-565.

- Sass L. A. (1999). Schizofrenia, autocoscienza e mente moderna. In Rossi Monti M., Stanghellini G. (eds.). *Psicopatologia della schizofrenia*. Milano, Cortina, pp 181-99.
- Sass L.A. (2000). Schizophrenia, self-experience, and the so-called negative symptoms; in Zahavi D. (ed), *Exploring the Self*.
- Sass L. A., Parnas J. (2003). Schizophrenia, Consciousness and the Self. *Schizophrenia Bulletin*, 29(3), 427-443.
- Savage-Rumbaugh E.S., Rumbaugh D.M, Boysen, S.T. (1978). Sarah's problems in comprehension. *Behavioural and Brain Science*, 1, 555-557.
- Scheerer M., (1954). Cognitive Theory. in Lindzey G. (ed.). *Handbook of Social Psychology*, Addison-Wesley, Reading.
- Schmidt R., Wrisberg C., (2000). *Motor Learning and Performance*. New York, Human Kinetics.
- Segal G. (1996). The modularity of theory of mind. In P. Carruher e P.K. Smith (Eds.), *Theories of theories of mind*. Cambridge: Cambridge university Press. (pp. 141-157).
- Shepard R.N. (1994). Perceptual-cognitive universals as reflections of the world. *Behavioral and Brain Sciences* 2001, 24(3).
- Schilder (1935). *The Image and the Appearance of the Human Body*. Routledge and Kegan Paul, London.
- Schutz-Bosbach S., Mancini B., Aglioti S.M., Haggard P. (2006). Self and other in the human motor system. *Current Biology*, 16, 1830-1834.
- Shimada S., Hiraki, K. (2006). Infant's brain responses to live and televised action. *Neuroimage*, 32(2), 930-939.
- Simion F., Regolin L., Bulf H. (2008). A predisposition for biological displays in the newborn baby. *Science*, 303, 1157-1162.
- Singer T., Seymour B., O'Doherty J., Kaube H., Dolan R.J., Frith, C.D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303, 1157-1162.
- Singer T., Seymour B., O'Doherty J. P., Stephan K. E., Dolan R. D., Frith, C. D. (2006). Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, 439, 466-469.

Sinigaglia C. (2010). Comprensione enattiva e intenzionalità motoria, in Morganti F., Carassa A., Riva G. (a cura di) Intersoggettività e interazione. Torino, Bollati Boringhieri, pp. 37-58.

Smith L.B., Thelen E. (2003). Development as a dynamic system. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 343–348.

Snowdon C. (1986). Vocal communication. In G. Mitchell & J. Erwin (Eds.), *Comparative primate biology*, vol. 2A: Behaviour, conservation, and ecology (pp.3-38). New York: Alan R. Liss.

Sommerville J.A., Woodward A. (2005a). Pulling out the intentional structure of action: the relation between action processing and action production in infancy. *Cognition*, 95(1), 1-30.

Sommerville J.A., Woodward A., Needham A. (2005b). Action experience alters 3-month-old perception of other's actions. *Cognition*, 96 1, 1-11.

Spetch M.L., Cheng K., MacDonald S.E., Linkenhoker B., Kelly D., Doerkson, S. (1997). Learning the configuration of a landmark array in pigeons and humans, II: Generality across search tasks. *Journal Of Comparative Psychology*, 111, 14-24.

Stephens G.L., Graham G. (2000). *When Self-Consciousness Breaks: Alien Voices and Inserted Thoughts*. Cambridge, MA: MIT Press.

Stern D. (1985). *The Interpersonal world of the Infant: View from psychoanalysis and development psychology*. New York, Basic Books.

Stern D. (2005). Intersubjectivity. In Persons E.S., Cooper A.M., Gabbard G.O. (eds.). *The American Psychiatric Publishing Textbook of Psychoanalysis*. American Psychiatric Publishing, Washington, DC, 77-92.

Stich S., Nichols S. (1992). Folk Psychology: Simulation or tacit theory? *Mind and Language*, 7, pp. 35-71

Stoffregen T.A. (1987). Flow Structure versus retinal location in the optical flow in stance and locomotion in young walkers. *Perception*, 16, 113-119.

Stoffregen T.A., Schmuckler M., Gibson J. (1987). Use of central and peripheral optical flow in stance and locomotion in young walkers. *Perception*, 16, 113-119.

Stone V.E., Gerrans P. (2006). Does the normal brain have a theory of mind? Thoughts on modularity in response to Apperly et al. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(1), 34-65.

Subiaul F., Cantlon J.F, Holloway R.L., Terrace H.S. (2004). Cognitive imitation in Rhesus macaques. *Science* 305, 407-410.

- Tarquinio N., Zelazo P.R., Weiss M.J. (1990). Recovery of neonatal headturning to decreased sound pressure level. *Dev. Psychology* 26, 752-758.
- Tessari A., Rumiati R.I. (2002). Motor distal component and pragmatic representation of objects. *Cognitive Brain Research*, 14(2), 218-22
- Thelen E., Smith L.B. (1994). *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Thelen E., Schoner G., Scheier C., Smith L.B. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 1-86.
- Thompson E., Palacios A., Varela F. J. (1992). Ways of Coloring: comparative color vision as a case study for cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 15(1), 1-74.
- Thompson E. (1995). *Colour Vision: a study in cognitive science and philosophy of perception*. London, Routledge Press.
- Thompson E., Varela F. J. (2001). Radical Embodiment: neural dynamics and consciousness. *Trends in Cognitive Science*, 5(10), 418-425.
- Tinbergen N. (1932). Über die Orientierung des Bienenwolfes (*Philanthus triangulum* Fabr.). *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*, 16, 305-334.
- Tinbergen N. (1952). *The Study of Instinct*. New York: Clarendon Press.
- Tye M. (1995). *Ten Problems of Consciousness*. Cambridge, MA: Bradford Books/MIT Press.
- Tye M. (2002). Representationalism and the Transparency of Experience. *Noûs*, 36, 137-51.
- Tommasi L., Vallortigara G., Zanforlin M. (1997). Young chickens learn to localize the centre of a spatial environment. *Journal of Comparative Physiology*, 180, 567-572.
- Tommasi L., Vallortigara G. (2000). Searching for the center: spatial cognition in the domestic chick. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 477-486.
- Tomasello M., Call, J. (1997). *Primate Cognition*. New-York, Oxford: Oxford University Press.
- Tomasello M. (1999). *The cultural origins of human cognition*. (Cambridge, MA: Harvard Univ. Press, London).

Tomasello M., Call J. (2004) The role of humans in the cognitive development of apes revisited. *Anim. Cogn.* 7, 213-215.

Tomasello M., Carpenter M., Call J., Behne T., Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: the origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 675-91.

Trevarthen C., Hubley P. (1978). Secondary Intersubjectivity: Confidence, confiders and acts of meaning in the first year. In A. Lock (ed.), *Action, Gesture, and Symbol*. New York, Academy Press, pp. 183-229.

Trevarthen C. (1979). Communication and cooperation in early infancy: a description of primary intersubjectivity. In M. Bullowa (ed.), *Before Speech*. Cambridge University Press, pp. 321-348.

Trevarthen C. (1995). First impulses for communication: Negotiating meaning and moral sentiments with infants. *Journal of Contemporary Legal Issues*, 6, 373-407.

Trevarthen C. (1998a). The concept and Foundations of Infant Intersubjectivity. In S. Braten (ed.), *Intersubjective Communication and Emotion in Early Ontogeny*. Cambridge University Press, pp. 15-46.

Trevarthen, C. (1998b). The nature of motives for human consciousness. Special issue: The place of psychology in contemporary sciences. In T. Velli (Ed.), *Psychology: The journal of the Ellenic Psychological Society*, 4, 187-221.

Trevarthen C., Malloch, S. (2002). Musicality and music before three: Human vitality and invention shared with pride. *Zero to Three*, 23(1), 10-18.

Tronick E.Z. (1989). Emotions and emotional communication in infant. *American psychologist*, 44, 112-119.

Tronick E.Z., Bruschiweiler-Stern N., Harrison A.M. (1998). Dyadically expanded states of consciousness and the process of therapeutic change. *Infant Mental Health Journal*, 19, 290-299.

Tronick E.Z. (2001). Emotional connection and dyadic consciousness in infant-mother and patient-therapist interactions. Commentary on paper by Frank M. Lachmann. *Psychoanalytic Dialogues*, 11, 187-195.

Tsakiris M., Haggard P. (2005a). The rubber hand illusion revisited: visuotactile integration and self-attribution. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performances*, 31, 80-91.

Tsakiris M., Haggard P. (2005b). Experimenting with the acting self. *Cognitive Neuropsychology*, 22, 387-407.

- Tsakiris M., Maike D., Hesse C., Haggard P., Gereon R. Fink (2006). Neural Signatures of Body Ownership: A Sensory Network for Bodily Self-Consciousness. *Cerebral Cortex*, 17, 2235-2244.
- Tsakiris M., Prabhu G., Haggard P. (2006). Having a body versus moving your body: how agency structures body-ownership. *Conscious Cognition*, 15, 423-432.
- Vogele K., May M., Ritzl A., Falkai P., Zilles K., Fink G.R. (2004). Neural correlates of first-person perspective as one constituent of human self-consciousness. *Cognitive Neurosci*, 16, 817-827.
- Vallortigara G., Regolin L., Marconato F. (2005). Visually inexperienced chicks exhibit spontaneous preference for biological motion patterns. *PLoS Biol.*, 3, 1312-1316.
- Van den Bos E., Jeannerod M. (2002). Sense of Body and Sense of Action both contribute to self-recognition. *Cognition*, 85, 177-178.
- Van Gelder T.J. (1998). The Dynamical Hypothesis in Cognitive Science. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, pp. 615-665.
- Varela F., Thompson E., Rosch E. (1991). *The Embodied Mind: cognitive science and human experience* Cambridge: MA, Mit Press.
- Varela F., Lachaux J.P., Rodriguez E. (2001). The Brainweb: phase synchronization and large scale integration. *Nature reviews, Neuroscience*, 2, 229-239.
- Vignemont F., Foucheret P. (2004). The sense of agency: a philosophical and empirical review of the “who” system. *Consciousness and Cognition*, 13, 1-19.
- Visalberghi E., Tomasello M. (1998). Primates causal understanding in the physical and psychological domains. *Behavioural Process*, 42, 189-203.
- Vygotsky (1978). *Interaction between learning and development. Mind And Society.* Cambridge, MA:Harvard University Press.
- Vogely K., May M., Ritzl A., Falkai P., Zilles K., Fink G.R. (2004). Neural Correlates of First-Person perspective as one constituent of human self-consciousness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 817-827.
- Wallbott H.G. (1991). Recognition of emotion from facial expression via imitation? Some indirect evidence for an old theory. *British Journal of Social Psychology*, 30, 207-219.

- Wang R.F., Spelke E. S. (2000). Updating egocentric representation in human navigation. *Cognition*, 77, 215-250.
- Warren W.H. (1988). Action modes and laws of control for the visual guidance of action, in Meijer O.G., Roth K. (eds.). *Complex Movement Behaviour: The Motor-Action Controversy*. North-Holland, Amsterdam.
- Wehner R., Wehner, S. (1990). Insect navigation: use of maps or Ariadne's thread? *Ethology Ecology and Evolution*, 2, 27-48.
- Wehner R., Michel B., Antonsen P. (1996). Visual navigation in insects: coupling of egocentric and geocentric information. *Journal of Experimental Biology*, 199, 129-140.
- Wicker B., Keysers C., Plailly J., Royet J.P., Gallese V., Rizzolatti G. (2003). Both of us disgusted in My insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 40, 655-64.
- Wilson M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 625-636.
- Wiltschko R., Wiltschko W. (1999). The orienting system of birds: compass mechanisms. *Journal fuer Ornithologie*, 140, 1-40.
- Wiltschko R., Wiltschko W. (1987). Cognitive maps and navigation in homing pigeons. In P. Ellen & C. Thinus-Blanc (Eds.). *Cognitive Processes and Spatial Orientation in Animal and Man*, 201-216, The Hague: Martinus Nijhoff.
- Wimmer H., Perner J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 41-68.
- Wittgenstein L. (1959). *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, Basil Blackwell; trad. it., *Ricerche Filosofiche*, Torino, Einaudi, 1983.
- Woodward A.L. (1998). Infants selectively encode the goal object of an actor's reach. *Cognition*, 69, 1-34.
- Wolpert D.M., Ghahramani Z. and Jordan M.I. (1995). An internal model for sensorimotor integration. *Science*, 26(9),1880-1882.
- Wolpert D.M., Kawato M. (1998). Multiple paired forward and inverse models for motor control. *Neural Networks*, 11, 1317-1329.
- Wolpert D. M., Flanagan F. R. (2001). Motor Prediction. *Current Biology*, 11, 729-732.

Young G. (2006). Are different affordances subserved by different neural pathways? *Brain & Cognition*, 62, 134-142.

Zahavi D., Parnas J. (1998). Phenomenal Consciousness and Self-Awareness: a Phenomenological Critique of Representational Theory. *Journal of Consciousness Studies*, 5, 687- 705.

Zahavi D. (2000) (ed.). Exploring the self: philosophical and psychopathological perspectives on self-experience. John Benjamins Publishing Company, Amsterdam.

Zalla T., Posada A., Franck N., Georgieff N., Sirigu A. (2001) A component analysis of action planning processes in schizophrenia: A comparison with patients with frontal lobe damage. *Cognitive Neuropsychiatry*, 6, 271-296.

Ziemke, T. (Ed.) (2002). Situated and Embodied Cognition (special issue). *Cognitive Systems Research*, 3(3), 32-56.

Zigmond M. F., Bloom S., Landis J., Roberts L., (eds.) (1999). *Fundamental Neuroscience*. San Diego Editor Press; trad. it. *Neuroscienze cognitive e comportamentali*, Bollati Boringhieri, Torino, 2001.

Zwaan R.A., Stanfield R.A., Yaxley R.H. (2002). Language comprehenders mentally represent the shapes of objects. *Psychological Science*, 13(2), 168-171.