

Nea Science

Anno 2 Volume 8
ISSN 2282-6009



Neuroscienze, psicologia e riabilitazione



COGNIZIONE E INTERAZIONE

a cura di
Marco Cruciani



Organo di divulgazione scientifica del
Centro di Riabilitazione Neapolisanit s.r.l.

Livelli di interazione nelle Scienze Cognitive post-classiche: alcune riflessioni

Marco Cruciani
cruciani@disi.unitn.it
Università di Trento

In questo articolo analizzerò alcuni dei livelli del mentale nelle scienze cognitive e farò alcune riflessioni circa l'opportunità di considerare l'interazione dei vari livelli come una risorsa con cui tentare di cogliere i fenomeni mentali nella loro complessità. Con livelli del mentale intendo le concezioni, i metodi e i punti di vista con cui le discipline coinvolte nell'impresa delle scienze cognitive studiano la mente¹.

Nella prima parte dell'articolo introdurrò la mente funzionalista/computazionale, isolata e disincarnata, il cui funzionamento non è considerato necessariamente vincolato ad un unico tipo di base materiale; poi proseguirò con ciò che nelle scienze cognitive è chiamato sviluppo orizzontale, vale a dire lo spostamento di interesse dalla mente funzionalista e isolata alla mente come prodotto dell'interazione con l'ambiente fisico e sociale; e poi continuerò con ciò che è chiamato sviluppo verticale, vale a dire lo spostamento di interesse dal livello funzionale della mente disincarnata al livello della spiegazione 'incarnata' basata sui processi neurali sottostanti gli stati mentali.² Nella seconda parte dell'articolo, sulla base della nozione di riconduzione (*vs.* riduzione), farò alcune riflessioni circa l'opportunità di sviluppare modelli della mente integrati ed epistemologicamente compatibili, ovvero che coinvolgano più livelli di spiegazione e non ricadano nel riduzionismo neuroscientifico. Infine, nelle conclusioni cercherò di indicare una terza via di sviluppo delle scienze cognitive caratterizzata dalla multidisciplinarietà (*vs.* interdisciplinarietà).

In *primis* è doveroso riconoscere gli avanzamenti delle neuroscienze cognitive, che hanno brillantemente messo in rilievo alcuni aspetti essenziali delle relazioni tra attività neurali e alcune attività cognitive, in particolare ciò è avvenuto negli ultimi trenta anni grazie allo sviluppo di tecniche sempre più efficienti di neuro-immagine. In *secundis*, però, è d'obbligo riconoscere anche

¹ Le scienze cognitive sono interdisciplinari per costituzione, benché la fase attuale di sviluppo si possa configurare come un passaggio dalla interdisciplinarietà alla transdisciplinarietà, questo argomento sarà ripreso nelle conclusioni.

² L'espressione "sviluppo orizzontale" o "verso l'esterno" fa riferimento alla direzione mente funzionalista-corpo-ambiente-azione; l'espressione "sviluppo verticale" o "verso l'interno" fa riferimento alla direzione mente funzionalista-cervello (cfr. Bechtel, Abrahamsen, Graham, 1998; in italiano si veda Marraffa, 2004).

l'autonomia e il valore scientifico di approcci al mentale non solo neuroscientifici ma anche più "ingenui", ad esempio la *folk psychology*³ (che è ascrivibile al funzionalismo), oppure di approcci al mentale meno centrati sulle attività neurali e funzionali e più orientati verso l'"esterno", ad esempio l'*embodied cognition* o l'*enactivism*, che sono ascrivibili agli approcci situati ed ecologici (cfr. Borghi e Cimatti, 2010; Wilson, 2002; Noë, 2004).

Nel *trend* attuale, sembra che l'egemonia disciplinare delle neuroscienze nell'area delle scienze cognitive stia diventando non solo epistemologica ma anche ontologica (paragonabile alla posizione della genetica in biologia)⁴. Gli avanzamenti delle neuroscienze sembrano indicare che la mente sia riconducibile esclusivamente o principalmente alle attività cerebrali, e che non solo nozioni come corpo (parti non-neurali del) e ambiente, ma anche come scopo, credenza e rappresentazione perdano peso nel discorso scientifico. Qui non intendo argomentare a favore della scientificità di nozioni come scopo o rappresentazione mentale (che considero tali)⁵, ma almeno intendo sottolineare la funzione che queste nozioni hanno svolto e che tutt'ora svolgono nel discorso scientifico. In questa direzione richiamerò ciò che Cristiano Castelfranchi chiama riconduzione, vale a dire l'esigenza di integrare i differenti livelli di analisi del mentale (rigettando completamente posizioni eliminativiste)⁶.

Il punto centrale della critica al riduzionismo neuroscientifico è che le neuroscienze, una volta individuate le aree e le attività del cervello deputate a certe funzioni cognitive, eliminano le nozioni "ingenui" dal discorso scientifico. Tale eliminazione appare come un abuso del rasoio di Ockham, perché le neuroscienze sembrano non considerare che le nozioni "ingenui", oltre ad aver contribuito alle neuroscienze circa la comprensione degli aspetti e delle localizzazioni funzionali degli stati cerebrali, hanno spesso portato a buoni risultati nella comprensione e predizione dei comportamenti altrui. Per cui, almeno al livello epistemologico, non sembra una buona strategia eliminare tali nozioni in quanto non appartenenti al *corpus* delle nozioni "dure" delle neuroscienze o della biologia. Invece, una buona strategia è tentare di individuare relazioni genuine (causali e costitutive) tra attività cerebrali, funzioni cognitive intenzionali e non, emozioni, comportamento e ambiente che possano rendere conto della complessità del fenomeno in qualche senso emergente della mente.

³ Con *folk psychology* o psicologia del senso comune si intende la capacità spontanea/naturale di comprendere, spiegare e predire i comportamenti altrui sulla base della comprensione degli stati mentali altrui (*mind reading*). Il corredo concettuale della *folk psychology* è costituito da nozioni di senso comune quali: scopo, credenza, intenzione, interesse, fiducia, ecc. (cfr. Stich e Nichols, 2003). La *folk psychology* prevede la capacità di 'leggere' gli stati mentali altrui sia allo scopo di adeguare il proprio comportamento a quello degli altri, sia allo scopo di manipolare gli stati mentali degli altri per condizionarne i comportamenti, ad esempio adeguandoli ai propri scopi.

⁴ Per un punto di vista critico circa l'egemonia della genetica, della neuroscienza, della biochimica cerebrale e della psicofarmacologia nell'attuale panorama scientifico e culturale si veda Castelfranchi (2008).

⁵ Per un punto di vista critico sulla naturalizzazione delle rappresentazioni mentali si veda ad es. Nannini (2011).

⁶ Per un'intervista di ampio respiro a Cristiano Castelfranchi sulle scienze cognitive si veda Cruciani (2013).

Nel paragrafo seguente viene presentata la nozione di mente disincarnata e isolata, così come è concepita nella prospettiva funzionalista alle origini delle scienze cognitive; il paragrafo successivo illustrerà le direzioni di sviluppo verticale e orizzontale delle scienze cognitive post-classiche; a seguire saranno sviluppate alcune considerazioni circa la nozione di riconduzione (vs. riduzione) dei livelli di spiegazione del mentale; nelle conclusioni sarà considerata la possibilità che lo sviluppo delle scienze cognitive nella direzione della transdisciplinarietà possa far emergere una visione della mente come ‘oggetto dinamico’ caratterizzato da ‘stadi cognitivi’.

1. Mente disincarnata e isolata

La scienza cognitiva classica muove i primi passi negli anni Cinquanta del Ventesimo secolo (convenzionalmente nel 1956) dal confronto di studiosi di intelligenza artificiale (matematici e ingegneri), psicologia, neuroscienza e linguistica. Lo scopo principale di questi studiosi è costruire macchine intelligenti o ‘pensanti’, e già negli anni Sessanta il modello o concezione dominante della mente è quella di una mente disincarnata, in cui i processi e le attività mentali sono considerati equivalenti a computazioni su rappresentazioni, cioè a processi simbolici di natura linguistica⁷. Questa visione concepisce che i processi cognitivi – ad es. i ragionamenti – possano essere realizzati su differenti basi materiali mantenendo le loro caratteristiche funzionali (realizzabilità multipla)⁸. Si pensi alla nota analogia fra mente e computer: lo stesso software può funzionare con differenti hardware⁹.

Sulla scorta di Fodor, allievo di Putnam e seguace di Chomsky, alcuni ricercatori ritengono che per comprendere la mente sia necessario astrarla dal contesto e studiarla come fosse un meccanismo computazionale senza tenere conto del corpo, dell’ambiente fisico e sociale in cui la mente è immersa (in una sorta di solipsismo metodologico – Fodor, 1980). Fodor (1983) concepisce la mente organizzata in moduli, ovvero strutture “verticali” che hanno la funzione di trasformare gli input (ad es. percettivi e linguistici) in rappresentazioni, che poi sono utilizzate dal sistema centrale per elaborazioni più complesse (ad es. i ragionamenti). In questa concezione di sistema cognitivo l’elaborazione dell’informazione/input è trattata in modo sequenziale, a differenza ad esempio dei sistemi ‘disincarnati’ basati sulle reti neurali che elaborano l’informazione in modalità parallele.¹⁰

⁷ Il paradigma della mente disincarnata funzionalista è rappresentato dall’analogia della mente con la macchina di Turing, in cui i ‘pensieri’ sono identificati con stati interni di un sistema definito unicamente dal loro ruolo nella produzione di altri stati interni del sistema e di output verbali. Per un punto di vista critico sulla ‘macchinizzazione’ del pensiero umano si veda Putnam (1967).

⁸ Umani, altri mammiferi, uccelli, molluschi, ecc. provano dolore, ma non condividono lo stesso sistema nervoso (cf. Putnam, 1967). Per un punto di vista critico sulla realizzabilità multipla alla luce degli avanzamenti delle neuroscienze si veda Bechtel e Mundale (1999).

⁹ Attualmente l’analogia della mente con il computer non regge per vari motivi. Ad esempio, sulla base delle conoscenze attuali la distinzione tra memorizzazione ed elaborazione delle informazioni, tipica dei modelli computazionali funzionalisti *à la* von Neumann, non è plausibile dal punto di vista neurofisiologico.

¹⁰ Il cervello non dispone di un dispositivo centralizzato dedicato all’elaborazione, anzi le computazioni cerebrali sembrano basarsi su meccanismi di elaborazione e controllo altamente

L'immagine della mente che si ottiene è di una mente isolata dal mondo esterno e funzionante tramite moduli connessi alle aree/attività del cervello.¹¹ Ad ogni modo, Fodor rifiuta il riduzionismo neuroscientifico perché non accetta che ci sia una corrispondenza univoca tra uno stato mentale e l'attivazione di determinati neuroni (come invece è per la teoria dell'identità¹²), teorizzando una corrispondenza a livello di occorrenze. In sintesi, la mente fodoriana è vista come l'organizzazione funzionale di una architettura cognitiva modulare in cui uno stesso stato mentale può essere realizzato da diversi stati neurali.

L'aspetto della mente disincarnata è presente anche in approcci 'duri' quali le reti neurali artificiali sviluppate negli anni Sessanta, di chiara matrice cerebri-forme, dove le attività intenzionali e gli aspetti simbolici del mentale lasciano il posto a meccanismi che simulano o riproducono in qualche modo l'attività e la complessità dell'architettura cerebrale. Lo studio delle reti neurali ha subito uno stop negli anni Settanta in quanto, come già detto, nel quadro funzionalista dominante dell'epoca la conoscenza delle strutture del cervello non era ancora così approfondita e di conseguenza molti scienziati non la consideravano sufficientemente rilevante per indagare i processi cognitivi. Negli anni Ottanta ci fu una rinascita di interesse per tale approccio con particolare enfasi per il connessionismo.¹³

In sostanza, la questione, decisamente attuale nel dibattito contemporaneo nelle scienze cognitive, del rapporto tra attività cognitive e substrato fisico su cui le attività sono realizzate inizialmente non è stata considerata una questione determinante per comprendere i processi mentali e la loro natura.

2. Sviluppo orizzontale verso l'ambiente e verticale verso il cervello.

La concezione e i modelli di mente disincarnata e isolata che hanno caratterizzato le scienze cognitive – classiche – fino agli anni Novanta iniziano a perdere la loro egemonia in favore dei modelli proposti dalla neuroscienze cognitive e dagli approcci ecologici e situati.

Nelle scienze cognitive post-classiche sono presenti due principali direzioni di sviluppo della ricerca che muovono dalla mente disincarnata computazionale: la direzione orizzontale verso l'esterno/ambiente e la direzione verticale verso l'interno/cervello (Bechtel, Abrahamsen, Graham 1998). Nella prima direzione la mente viene considerata un fenomeno

distribuiti, invece che sequenziali come per la macchina di von Neumann. Si veda ad esempio il dibattito circa il *bottleneck* di von Neumann.

¹¹ Può essere d'aiuto l'immagine del "sandwich cognitivo", ovvero la mente riceve degli input sensoriali, elabora l'informazione e produce un output comportamentale (Hurley, 1998).

¹² La teoria dell'identità dei tipi prevede che ogni tipo di evento mentale (ad es. 'credere p'; 'provare dolore') sia identico al tipo di configurazione del sostrato neurofisiologico correlato all'evento mentale. Il funzionalismo, che concepisce la realizzabilità multipla (uno stesso stato mentale può essere realizzato su differenti stati fisici), può essere considerato un fiscalismo non-riduzionista, che prevede la sopravvenienza senza interrogarsi del rapporto fra gli stati mentali sopravvenienti e gli stati fisici che li hanno prodotti.

¹³ Un articolo di riferimento nella fase di rinascita è McClelland e Rumelhart (1986); per un'analisi concettuale si veda Bechtel e Abrahamsen (2002); per una ricostruzione storica e per i legami con la cibernetica si veda Cordeschi (2002).

emergente dalla interazione di più elementi quali il corpo, comprese le parti non-neurali, gli elementi dell'ambiente fisico e sociale, i meccanismi cognitivi e le azioni *performate* dai soggetti in situazione. Questa direzione di sviluppo è ben rappresentata da approcci quali l'*embodied cognition* (cfr. Borghi e Cimatti, 2010; Wilson, 2002), la *grounded cognition* (cfr. Barsalou, 2010) e l'*enactivism* (cfr. Noë, 2004). La *grounded cognition* studia i processi cognitivi con particolare attenzione ai processi sensoriali, nell'*embodied cognition* e più marcatamente nell'*enactivism* prevale l'attenzione ai processi motori. Tutte e tre gli approcci non ritengono essenziale la rappresentazione mentale per rendere conto dei processi cognitivi, benché tale nozione non sia totalmente rigettata (Caruana e Borghi, 2013).¹⁴

Un buon esempio di precursore degli approcci situati ed ecologici, già ai tempi dei modelli computazionali della mente, è rappresentato da James Gibson. La psicologia ecologica di Gibson si basa su tre assunti: (1) la percezione è diretta, cioè non richiede rappresentazioni mentali; (2) la percezione è funzionale a guidare l'azione, e non alla raccolta di informazioni non pertinenti per l'azione; (3) se la percezione è diretta, ed è funzionale all'azione, allora l'ambiente deve offrire informazione sufficiente per guidare l'azione. Per Gibson la percezione non rispecchia il mondo esterno, creando una rappresentazione interna, ma seleziona direttamente dall'ambiente le informazioni funzionali all'azione. Questa concezione da origine al concetto di "affordance", che è fondamentale nella cassetta degli attrezzi dell'*embodied cognition* (Gibson, 1979; Caruana e Borghi, 2013).

La tendenza "esternalista" delle scienze cognitive è manifesta in modo paradigmatico dalla concezione di mente estesa di Clark e Chalmers (1998). Secondo tale concezione persino alcuni oggetti materiali, sotto certe condizioni, sono considerati costitutivi dei processi cognitivi stessi. Ad esempio, nel noto esperimento mentale di Otto (affetto da Alzheimer) e Inge che si recano alla mostra, il taccuino di Otto con l'indirizzo annotato è considerato un'estensione della sua memoria al pari della memoria biologica di Inge. Di fatto l'informazione nel taccuino è costitutiva della credenza disizionale estesa di Otto circa l'indirizzo della mostra (taccuino e 'materia grigia' sono considerati due differenti veicoli dello stesso contenuto). Clark e Chalmers individuano quattro criteri/condizioni per distinguere gli elementi costitutivi della mente estesa da oggetti/processi dell'ambiente che intrattengono 'semplici' relazioni causali con i processi cognitivi: la risorsa esterna deve essere disponibile rapidamente e invocata in modo non occasionale; le informazioni recuperate devono essere prese per buone più o meno automaticamente; le informazioni contenute nella risorsa devono essere facilmente accessibili quando occorrono; l'informazione/risorsa è disponibile in quanto è stata accettata consapevolmente in passato. Gli oggetti individuati sotto tali condizioni sono considerati substrati materiali della cognizione al pari del cervello – "principio di parità"¹⁵.

¹⁴ Si veda anche la posizione di Daniel Hutto e Erik Myin (2012) che sostengono un approccio *embodied* e *enattivo* radicale.

¹⁵ Si veda la critica-difesa di Clark: un neurone in quanto tale non è cognitivo, non ha senso parlare di oggetti cognitivi, cognitivo è il sistema risultante dalle relazioni degli oggetti e dei processi interessati (cfr. Clark, 2008, 2010a, b). Si noti che Clark ritiene che la cognizione sia

In questa direzione di sviluppo, come già accennato, i processi cognitivi non sono relegati all'interno del cervello, ma sono considerati estesi a, innescati da e basati su complesse interazioni fra cervello, parti non neurali del corpo, meccanismi cognitivi, ambiente fisico, situazione sociale e azioni performati.

Nella direzione di sviluppo verticale sotto la spinta delle neuroscienze cognitive, la mente è considerata o meglio collassata sull'attività neurale. Le neuroscienze cognitive nascono alla fine degli anni Settanta, anche come conseguenza dello sviluppo di varie tecniche di *neuro-imaging* (ad es. PET, TAC, fMRI)¹⁶ che hanno permesso ai neuroscienziati di concentrarsi non solo sulle attività di cervelli danneggiati per poi farne il confronto con le attività di quelli sani, ma di concentrarsi direttamente sulle attività di cervelli sani, esplorando in dettaglio e in tempo reale le relazioni fra strutture cerebrali e funzioni cognitive. Queste tecniche sono efficienti per osservare non solo l'attività della corteccia cerebrale, ma soprattutto quella delle strutture profonde (talamo, ippocampo, amigdala, ecc.).

L'obiettivo delle neuroscienze cognitive è comprendere come e quali aree e circuiti cerebrali contribuiscono alle varie attività mentali, con particolare attenzione ai processi di memorizzazione, di apprendimento, emotivi e inconsci¹⁷ che svolgono ruoli funzionali, fra altro, nelle decisioni e nei giudizi. Ad esempio, negli studi sulle emozioni è emerso che la zona sotto-corticale del cervello è correlata alle emozioni come paura e ansia (LeDoux, 1996) e che le emozioni positive attivano la corteccia prefrontale destra (Davidson e Sutton, 1995). In altri studi è emerso che la corteccia orbito-frontale e la corteccia prefrontale ventro-mediale sembrano mediare i sentimenti di insofferenza e di collera prodotti dal circuito amigdala-ipotalamo-PAG (*periaqueductal gray*) (Bechara *et al.*, 2000; Koenigs *et al.*, 2007). Indubbiamente, gli anni Novanta hanno visto il consolidarsi delle neuroscienze cognitive (cfr. Caramazza, 1992), che hanno però fornito una visione del soggetto cognitivo limitata, come è espresso chiaramente da Gallese (2013):

“Le neuroscienze cognitive negli ultimi venti anni hanno tentato principalmente di localizzare nel cervello umano moduli cognitivi, conformandosi esplicitamente e implicitamente a questo punto di vista anche nel momento in cui investigavano la cognizione sociale. Il risultato è stato un approccio caratterizzato da una sorta di riduzionismo ontologico, che reifica il soggetto in un ammasso di neuroni variamente distribuiti nel cervello” (Gallese, 2013).

Ad ogni modo, nel panorama attuale l'approccio neuroscientifico viene esteso anche a studi di economia, etica ed estetica (cfr. Illes, 2006; Skov e

estesa, ma che la coscienza non lo sia. Altri autori spingono l'esternismo attivo fino a considerare 'esterna' anche l'esperienza cosciente (cfr. Manzotti, 2006). Per una difesa dell'epidermide come confine della base materiale dei processi cognitivi si veda Marconi (2005). Fra l'altro, Marconi solleva il dubbio su come un oggetto possa causare un processo.

¹⁶ Tomografia a emissione di positroni (PET); Tomografia Assiale Computerizzata (TAC); Risonanza Magnetica funzionale (fMRI). Per una interessante analisi epistemologica sui limiti dei metodi di *brain imaging* si veda Taraborelli (2003).

¹⁷ Con processi inconsci si intendono processi automatici, taciti e non i processi inconsci freudiani.

Vartanian, 2009; Żurawicki, 2010; Churchland P.S., 2012; Ticini, Urgesi e Calvo-Merino, 2015). Ad esempio nel marketing vengono utilizzate misurazioni tramite fMRI e ECG (elettroencefalogramma) per monitorare l'attività cerebrale di soggetti sottoposti a stimoli provenienti da varie sorgenti quali immagini pubblicitarie (allo scopo di misurare le reazioni emotive positive o negative), differenti tipi di 'package' per il medesimo prodotto (allo scopo di misurare quali attirino più l'attenzione), differenti posizionamenti di un prodotto sullo scaffale di un negozio, ecc.

Benché negli ultimi dieci anni tale tendenza si sia molto sviluppata, i risultati della ricerca ancora non sembrano completamente convincenti e in grado di fornire un saldo fondamento scientifico per questi tipi di 'estensione' del soggetto cerebrale.

3. Ricondurre i livelli del mentale.

Il riduzionismo può essere visto in chiave epistemologica come un tentativo di individuare gli effettivi meccanismi sottostanti a un dato livello di realtà (ad es. la causalità mentale), oppure in chiave ontologica come un tentativo di individuare quali sono le entità che appartengono al dominio del reale (ad es. 'scopi' vs. circuiti neurali).¹⁸ Qui l'interesse è rivolto principalmente alla questione epistemologica, cioè all'insieme di concetti, modelli e teorie di una scienza in termini di concetti, modelli e teorie della scienza del livello sottostante. La questione rilevante è se una volta ottenuta una spiegazione scientifica di un certo livello di realtà (ad es. una spiegazione neuroscientifica) sia possibile fare a meno della spiegazione scientifica dei livelli superiori (ad es. della psicologia).

Nella prospettiva del riduzionismo neuroscientifico, quando si perverrà a una spiegazione neuroscientifica soddisfacente delle emozioni, la teoria psicologica delle emozioni dovrà essere accantonata in quanto sviluppata su concetti di senso comune, 'pseudoscientifici', quindi inadeguati per una reale spiegazione scientifica¹⁹. Ancora, in linea con il riduzionismo biologico, quando troveremo una spiegazione biologica soddisfacente delle emozioni dovremmo abbandonare la spiegazione neuroscientifica. Non è finita, in linea con il riduzionismo fiscalista la riduzione continuerebbe se fossimo in grado di spiegare il livello biologico in termini chimici e fisici accantonando così la spiegazione biologica.

In particolare, per quanto concerne il nostro interesse, ovvero il riduzionismo neuroscientifico, la tendenza al riduzionismo è rafforzata dal fatto che i concetti delle scienze come la psicologia e l'economia non sono considerati concetti delle scienze della natura (*hard sciences*) come nelle neuroscienze, ma sono considerati costrutti epistemici, variabili intervenienti e aspetti funzionali. In altre parole, le neuroscienze sarebbero ontologicamente imparentate con la fisica e la biologia piuttosto che con la psicologia e l'economia, ciò con conseguenze anche sul piano epistemologico (ad es. le neuroscienze concepiscono gli 'scopi' come la scala di

¹⁸ Per la distinzione fra riduzionismo epistemologico e ontologico si veda Crane (2003).

¹⁹ Si noti ad esempio che almeno una trentina d'anni prima delle neuroscienze la psicologia ha sviluppato molta ricerca sulle emozioni, fornendo così alle neuroscienze una notevole mole di materiale di studio.

Wittgenstein, 1921: grossomodo come un'euristica di metodo). In buona sostanza, il panorama attuale è di fatto eliminativista e il riduzionismo neuroscientifico non nasconde appunto ambizioni ontologiche (cfr. Gaiani, 2014; Churchland. P.S., 2008).²⁰

La riconduzione invece può essere vista come il tentativo di individuare relazioni biunivoche fra i vari livelli del mentale, quindi senza eliminare i livelli superiori. Ad esempio, in neuropsicologia si tenta di ricondurre le scomposizioni funzionali della psicologia e le localizzazioni individuate dalla neuroscienza. Prendiamo il caso delle rappresentazioni, che in neuropsicologia vengono distinte dai processi. Una rappresentazione cosciente può essere il prodotto di più processi, i quali però non sono coscienti (Umiltà, 2008). Consideriamo la domanda: "qual è la capitale d'Italia?", essa può concorrere a produrre una rappresentazione cosciente di Roma, il cui 'contenuto semantico' non sembra dipendere in modo diretto dai processi neurofisiologici correlati alla rappresentazione. Ora, la nozione di rappresentazione, che allo stato attuale è considerata scientificamente problematica, è da eliminare una volta individuato il processo sottostante la produzione di rappresentazioni? Ovvero la rappresentazione non svolgerebbe più un ruolo funzionale? Non sarebbe più proficuo scientificamente tentare di modellare una nozione epistemologicamente più robusta di rappresentazione mentale con il contributo degli avanzamenti delle neuroscienze? La risposta è chiaramente sì, perché considerare gli aspetti meccanicistici come unici referenti scientifici del mentale e del comportamento non coglierebbe la complessità della natura umana. Ad esempio se questa prospettiva riduzionista e meccanicistica venisse estesa alle decisioni farebbe venire meno la responsabilità del soggetto agente per imputarla ai meccanismi neurofisiologici sottostanti i comportamenti. Questo sembra poco plausibile e perfino non desiderabile, date le complesse forme di vita in cui si dispiega la natura umana (consapevolezza, libero arbitrio, stato di diritto).

Inoltre, è innegabile che la domanda quantomeno contribuisca al processo neurofisiologico innescandolo e quindi in qualche modo ne abbia responsabilità causale (o quantomeno ne sia *conditio sine qua non*).²¹ In questa direzione è plausibile chiedersi se alla dimensione causale possano contribuire anche esperienze e emozioni collocate nel vissuto remoto soggettivo. Ad esempio, la domanda può contribuire a produrre una rappresentazione di Roma come l'ho vista quest'estate piena di turisti, con il sole, 'imperiale', mentre invece per un romano la stessa domanda può contribuire a produrre una rappresentazione di Roma mentre piove, con il traffico intasato in un quartiere di periferia. È possibile spiegare la differenza soggettiva delle rappresentazioni tramite i processi meccanicistici oggettivi sottostanti le rappresentazioni? Se la risposta è no, allora non è il caso di buttare il bimbo con l'acqua sporca, è necessario invece cercare una modalità

²⁰ Per Churchland (2008) come le scienze naturali quali astronomia, fisica e biologia si sono evolute, anche le 'nuove' scienze della mente evolveranno verso uno stadio maturo in cui sarà abbandonata l'analisi concettuale, introspettiva e filosofica in favore dell'investigazione empiricamente fondata. Per un punto di vista sulla psicologia e sulla fenomenologia nell'indagine filosofica dei fenomeni mentali si veda Crane (2014).

²¹ Per un'interessante e attuale analisi sui concetti di causa e di condizione si veda von Wright (1971).

di relazione fra processi e rappresentazioni che renda conto di queste differenze.²²

L'integrazione dovrebbe permettere o meglio consistere nella costruzione di modelli di spiegazione che rendano conto dei meccanismi oggettivi sottostanti in relazione al livello superiore e viceversa. Ad esempio un *desideratum* sarebbe la costruzione di modelli che rendano conto di come certi stati intenzionali (ad es. la comprensione di un significato linguistico) inneschino certi stati neurofisiologici (ad es. i circuiti deputati a certe emozioni) e come l'attività di questi stati neurofisiologici concorra a produrre altri stati intenzionali (ad es. le rappresentazioni).

Il problema dell'integrazione dei vari componenti del mentale è presente in un certo senso anche all'interno dell'ambito neuroscientifico. Prendiamo il caso del *binding problem*, ovvero il problema dell'integrazione in un unico oggetto fenomenico delle percezioni elaborate in modo distribuito dal cervello. Mi spiego meglio: il colore, la forma, il suono e il movimento di una palla rossa che rimbalza sono codificati da differenti circuiti neurali del sistema visuale e in tempi differenti, ma noi percepiamo oggetti fenomenicamente unitari (una palla rossa che rimbalza e che a ogni rimbalzo produce un suono). La questione del *binding problem* si riferisce a un'intera classe di problemi, quali il *visual binding*, *auditory binding*, *binding across-time*, *cross-modal binding* (in cui rientra l'esempio della palla rossa), *sensory-motor binding*, ecc. (cfr. Bartels e Zeki, 2006; Roskies, 1999; Revonsuo, 1999). In questo ultimo caso, potremmo estendere l'esempio della palla rossa a come il livello senso-motorio, nel caso afferrassimo la palla, sia vincolato alla percezione della palla rossa che rimbalza. Il punto è che nell'architettura cerebrale non c'è una localizzazione fisica in cui i segnali percettivi (e i comandi motori) convergono, anzi l'elaborazione dei segnali è distribuita/parallela e i segnali sono processati in tempi differenti. Quindi non possiamo escludere che l'unità fenomenica, quando ha il suo corrispettivo semantico in una rappresentazione, sia spiegabile in termini concettuali e comunque nei termini della psicologia di senso comune. Ad esempio i sommelier percepiscono colore, gusto, consistenza, luminosità, ecc. del vino ed esprimono un giudizio 'estetico' (spesso condiviso). Il giudizio estetico è un'attività intenzionale che si basa sull'abilità appresa di integrare i vari livelli percettivi. Ancora, un giocatore di tennis quando risponde alla battuta dell'avversario è in grado di anticipare il proprio movimento rispetto al movimento della palla, ciò sulla base della sua valutazione anticipata della traiettoria, ecc., integrando le componenti fenomeniche in anticipo rispetto al lavoro percettivo-fenomenico del cervello.

Certamente i problemi non mancano. Un altro caso di integrazione problematica dei vari livelli è quello sollevato dalla causalità mentale. Qui la questione è di due generi: come gli stati cerebrali causano gli stati mentali e come gli stati mentali causano il comportamento. Nell'ultimo caso è problematico combinare completezza della fisica e relazione causale fra stati mentali e eventi fisici: un evento fisico ha una causa fisica, ma le rappresentazioni, i desideri, gli scopi e le intenzioni non sono entità fisiche

²² Per un punto di vista opposto a quello dell'autore, si veda ad esempio il lavoro in neurosemantica di Pulvermuller (2012). La componente soggettiva della rappresentazione di Roma potrebbe essere spiegata come il prodotto dell'accumulo di esperienze di un individuo rispetto alla città di Roma istanziate in qualche sinapsi tramite meccanismi hebbiani.

ma proprietà mentali, quindi come è possibile stabilire una relazione causale genuina fra proprietà ed eventi? (è il problema mente-corpo in una delle versioni moderne).

L'altro aspetto rilevante, oltre al problema di come gli stati mentali causino il comportamento ('interazione mente-mondo'), è come gli stati cerebrali causino gli stati mentali (interazione mente-cervello). In genere, nelle neuroscienze è accettata la tesi riduzionista che vede nella teoria dell'identità fra stati cerebrali e stati mentali l'unico modo per rendere conto della causazione mentale.²³ La teoria dell'identità si basa sulla completezza/chiusura causale della fisica, sull'irriducibilità del mentale al fisico e esclude la sovradeterminazione causale del mentale sul fisico, ma ammette la sopravvenienza del mentale sul fisico. L'immagine che ne deriva è che per le neuroscienze gli stati mentali (ad es. gli scopi) sono epifenomeni, che non hanno reali ruoli causali circa il comportamento. In sostanza, le neuroscienze passano direttamente dagli stati cerebrali al comportamento, *bypassando* gli stati mentali (in quanto questi ultimi non avrebbero un reale riscontro ontologico).

Invece, nella prospettiva della riconduzione i fenomeni emergenti (*latu senso*) sono considerati reali, ed hanno 'genuini' rapporti causali di cui gli effetti non sarebbero spiegabili nei termini delle discipline sottostanti. Inoltre, tale prospettiva ammette la possibilità della causazione verso il basso (*downward causation*): le proprietà emergenti hanno genuini effetti causali che influenzano anche ciò che avviene al livello sottostante. La domanda 'vieni a Roma domani?' può contribuire a innescare vari circuiti/processi cerebrali in funzione della variabilità individuale del vissuto emozionale del soggetto a cui la domanda è rivolta. Ad esempio, se il vissuto del soggetto annoverasse l'esperienza di uno scippo subito a Roma, la reazione emotiva potrebbe essere di collera e quindi ad attivarsi sarebbero quantomeno la corteccia orbito-frontale e la corteccia prefrontale ventromediale. Differente sarebbe la configurazione dell'attività cerebrale se la domanda innescasse un'emozione positiva/gratificante o invece un altro tipo di emozione negativa come la paura piuttosto che la collera. Qui il punto è che il bagaglio delle esperienze emotive del soggetto appare come un differenziale per l'innescare di differenti circuiti e attività neurali in reazione/risposta ad una domanda, cioè ad una attività intenzionale.

Conclusioni

Le scienze cognitive sono considerate interdisciplinari per costituzione, perché l'impresa delle scienze cognitive nasce come tentativo di integrare vari aspetti della cognizione proprio sulla base del dialogo fra differenti discipline che studiano a vario titolo i processi cognitivi. Come abbiamo visto però la questione non è semplice, l'interdisciplinarietà solleva problemi di compatibilità fra differenti visioni circa i fenomeni mentali.

²³ Il dibattito sulla causazione mentale è molto variegato e complesso, si rimanda ad autori quali Kim, Davidson, Fodor, Putnam, Crane, Nagel, Gozzano, Di Francesco, ecc. Ad es. Davidson con il monismo anomalo prevede la chiusura/completeness della fisica ma ammette l'anomalia della causazione mentale. Per Davidson ogni qualvolta due individui hanno le stesse proprietà fisiche, essi avranno anche identiche proprietà mentali, mentre non è detto il contrario (fisicalismo non-riduttivo e sopravvenienza) (Davidson, 1980).

Allo stato attuale, l'interdisciplinarietà in scienze cognitive consiste nella condivisione delle conoscenze e nozioni 'pre-scientifiche', e di una parte dei metodi, ma non dell'oggetto. Per quanto riguarda l'oggetto, le neuroscienze concepiscono la mente come il prodotto delle attività cerebrali e gli stati mentali come epifenomeni che non hanno un corrispettivo reale. Gli approcci funzionalisti concepiscono la mente come l'architettura funzionale di attività (ad es. giudizi e ragionamenti) e proprietà (ad es. credenze e scopi), ciò indipendente dagli specifici correlati neurali e, in genere, dalla base materiale su cui eventualmente è implementata la mente. Gli approcci situati ed ecologici concepiscono la mente come un fenomeno emergente dall'interazione fra elementi del corpo (anche non-neurali), ambiente fisico e sociale, e azioni performati in situazione. La mente situata non sempre necessita di rappresentazione, come invece è per la mente funzionalista, ovvero la rappresentazione ha il suo equivalente funzionale (e sostanziale) nella percezione di quella parte di mondo in cui l'azione è performatata.

Per quanto riguarda la metodologia, un'importante questione sollevata dall'interdisciplinarietà consiste nel fatto che sul piano epistemologico le varie discipline valutano differenzialmente i metodi e le metodiche impiegate, ad esempio la presunta oggettività dei metodi di *neuroimaging* vs. l'estrema soggettività del metodo introspettivo, o l'*eye tracking* e il riconoscimento facciale delle emozioni vs. i questionari e l'analisi comportamentale tramite l'osservazione di situazioni spontanee. Oppure, la simulazione al computer per i sistemi multi-agente (MAS) in cui si studiano i fenomeni emergenti dall'interazione di un enorme numero di agenti vs. set sperimentali in cui un limitato numero di soggetti svolge compiti cognitivi reali, ecc.

Una direzione di sviluppo auspicabile per le scienze cognitive è quella verso la transdisciplinarietà, ovvero verso un arricchimento dell'interdisciplinarietà che preveda anche la condivisione dell'oggetto (o parti compatibili di esso). In *primis*, da un punto di vista epistemologico si dovrebbe riconoscere che le prospettive disciplinari di fatto sono prospettive 'parziali' mirate a uno specifico dominio (attività neurali, aspetti funzionali, relazione con l'ambiente, ecc.) e che quindi necessitano di integrazione (e non di eliminazione). Tale integrazione si potrebbe ottenere individuando/sviluppando regole di compatibilità rispetto ai vari domini. Ora, quali siano e che forma abbiano tali regole esula dallo scopo del presente articolo, ma a titolo di esempio si veda come è affrontato da Bouquet (1998) in *knowledge representation* il problema della compatibilità fra punti di vista parziali e auto-escludentesi, in cui la prospettiva epistemica di un soggetto, chiamata contesto cognitivo dall'autore, è considerata una teoria parziale e approssimata del mondo.²⁴ Un approccio multidisciplinare che si basasse sull'architettura e le logiche dei sistemi multi-contesto (SMC) – richiamati appunto poco sopra – consisterebbe, per i nostri scopi, nell'individuare regole di compatibilità meta-disciplinari circa i vari domini in cui l'oggetto 'parziale' mente è 'ritagliato'. Idealmente, se si giungesse a individuare tutte

²⁴ Nello specifico il lavoro di Bouquet, che concerne il ragionamento su azioni, si basa sulle logiche non-monotone e individua regole di inferenza, chiamate regole ponte, che hanno premesse in un contesto (ad es. per noi in una teoria psicologica) e conclusioni in un altro contesto (ad es. in una teoria neuroscientifica). La nozione di contesto come teoria approssimata e parziale del mondo che un agente utilizza per risolvere un problema è stata formalizzata da Giunchiglia (1993), le nozioni di località e compatibilità da Ghidini e Giunchiglia (2001).

le regole di compatibilità fra le discipline che si occupano della mente, si porrebbero le condizioni per tentare di passare dall'impresa scientifica del 'come conosciamo' la mente a quella del 'cosa è' la mente.

Un altro modo di intendere la multidisciplinarietà potrebbe essere quello di considerare direttamente l'oggetto mente e non la compatibilità dei domini da cui è ricavato. In questo caso potremmo prendere spunto dal lavoro di Alessio Plebe e Sebastiano Nucera nel presente numero di Neascience, ovvero un approccio neuro-computazionale che integra il funzionamento dei circuiti cerebrali e la percezione, per rendere conto dell'apprendimento e del riconoscimento delle regole morali. Nel lavoro di Plebe e Nucera l'apprendimento e il riconoscimento delle regole morali (ad es. di un divieto) sono il risultato di un'attività distribuita e integrata tra la percezione di un 'controllore' e le attività neurali correlate agli stati emotivi associati alla percezione del controllore (a fronte di un'attività desiderata ma vietata: ad es. cogliere una mela). Senza la percezione del controllore non si avrebbe l'innesco dei circuiti neurali deputati a certe emozioni (ad es. la paura) e senza l'innesco di questi circuiti non avverrebbe l'apprendimento della regola su base emotiva. Una volta appresa la regola su base emotiva, le emozioni esperite durante l'apprendimento saranno associate alla regola e innescate a fronte di successive situazioni in cui si deve applicare la regola e si abbia intenzione o occasione di deviare da essa.

Estendendo il *topic* dell'articolo di Plebe e Nucera, è plausibile ritenere che le emozioni associate all'apprendimento di una regola morale si innescano anche nei casi in cui il riconoscimento della regola avvenga in presenza solamente di un simbolo che rappresenta la regola (o il controllore), e perfino in assenza di simboli ma a fronte di una chiara situazione in cui si dovrebbe applicare la regola (e quindi si potrebbe deviare da essa).

Ad esempio, il cartello stradale che riserva il parcheggio ai disabili e lo vieta agli altri, oltre ad avere una connotazione tecnica, sottintende una regola morale, è un simbolo della regola (in genere per i non-disabili crea più disagio personale parcheggiare in un parcheggio riservato ad auto guidate da disabili piuttosto che in uno riservato ai pullman). Ancora, quando una regola è 'interiorizzata' (*latu senso*) non è più necessario neppure un simbolo che la rappresenti ma, in un'ottica squisitamente enattivistica, è sufficiente la percezione stessa della situazione che richiama la regola per attivare *re*-azioni corporee (emozioni positive o negative; comportamento conforme o deviante). Ad esempio, potrebbe essere il caso in cui due auto puntano l'unico parcheggio (senza restrizioni imposte dal codice della strada) disponibile di fronte ad una ASL e una delle auto è guidata da una donna incinta e l'altra da un carabiniere fuori servizio. In tal caso, in genere, l'atteggiamento/comportamento spontaneo, emozionale, non-mediato dal ragionamento è quello di cedere il parcheggio alla signora.

Dopo queste brevi riflessioni si potrebbe anche ipotizzare una terza direzione di sviluppo delle scienze cognitive, oltre quella verticale e orizzontale, ovvero una direzione in profondità: la mente funziona in modi differenti, cioè è spiegabile con differenti teorie quando i processi mentali sono in differenti stadi. Ad esempio, rispetto al lavoro di Plebe e Nucera, l'apprendimento è ricondotto alla percezione diretta e alle attività dei circuiti neurali visuali ed emozionali. Una volta appresa la regola, per il suo successivo riconoscimento, ed eventuale innesco di emozioni, subentrano nel

processo cognitivo gli aspetti funzionali delle rappresentazioni simboliche. Infine, quando una regola è stata interiorizzata (*embedded*) non si rende necessaria neppure una rappresentazione simbolica, ma è sufficiente l'enattività nella situazione per attivare i circuiti neurali deputati alle emozioni esperite nella fase di apprendimento (ad es. a fronte di un caso di devianza). L'immagine della mente che risulta è quindi quella di un oggetto dinamico: ogni 'stadio cognitivo' è parte dell'oggetto mente e deve essere studiata secondo le proprie peculiarità e in relazione con le altre parti.

Probabilmente, la soluzione ottimale non sarebbe propriamente quella di cercare una meta-teoria o un 'traduttore' per i vari linguaggi delle scienze cognitive, compatibilmente all'approccio degli SMC, ma piuttosto, compatibilmente all'approccio di Plebe e Nucera, quella di cercare un linguaggio scientifico trasversale ai vari livelli del mentale, un linguaggio unico/comune che risponda alle esigenze di uno studio multidisciplinare (cioè caratterizzato da compatibilità e integrazione fra vari livelli), che è senz'altro necessario per tentare di accedere con qualche speranza di successo alla complessità dell'oggetto mente.

Ad ogni modo, allo stato attuale queste considerazioni sulla riconduzione e la multidisciplinarietà figurano uno scenario desiderabile ma sicuramente in là a venire. Di fatto, ciò che attualmente andiamo cercando nella galassia delle scienze cognitive non è una meta-teoria che correli i differenti livelli di realtà coinvolti nello studio della mente, o meglio ancora una teoria unificata della mente, ma è addirittura una visione perspicua di quali siano effettivamente i livelli coinvolti.

Bibliografia

- Bartels, A., Zeki, S. (2006) The temporal order of binding visual attributes. *Vision Research* 46 (14): 2280–86.
- Barsalou, L. W. (2010) Grounded cognition: Past, present, and future. *Topics in Cognitive Science*, 2 (4):716-724.
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H. (2000). Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain*, 123, 2189–2202.
- Bechtel, W., (2009) Explanation, mechanism, modularity, and situated cognition. In Robbins, P. e Aydede, M. (a cura di) *The cambridge handbook of situated cognition*, Cambridge University Press, pp. 155–170.
- Bechtel, W. and Mundale, J. (1999) Multiple realizability revisited: Linking cognitive and neural states. *Philosophy of Science*, 66, 175–207.
- Bechtel, W. e Abrahamsen, A. (2002) *Connectionism and the mind. Parallel processing, dynamics, and evolution in networks*. Blackwell, Oxford.
- Bechtel, W., Abrahamsen, A. Graham, G. (1998) The life of cognitive science. In Bechtel, W., Graham, G. (1998) (a cura di) *A companion to cognitive science*, Blackwell, Oxford.
- Borghi, A. M. e Cimatti, F. (2010) Embodied cognition and beyond: Acting and sensing the body. *Neuropsychology* 48 (3): 763–773.

- Bouquet, P. (1998) Contesti e ragionamento contestuale. Il ruolo del contesto in una teoria della rappresentazione della conoscenza. Genova: Pantograf.
- Caramazza A. (1992) Is cognitive neuropsychology possible? *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4 (1): 80-95.
- Caruana F. e Borghi A. (2013) Embodied Cognition, una nuova psicologia. *Giornale Italiano di Psicologia*, XL (1): 23-48.
- Castelfranchi, C. (2008) Contro il riduzionismo biologico prossimo venturo. *Sistemi Intelligenti*, 20 (2): 319-24.
- Clark, A., (2008) *Supersizing the mind: Embodiment, action, and cognitive extension*. New York: Oxford University Press.
- Clark, A., (2010a) Memento's revenge: The extended mind, extended. In R. Menary (a cura di) *The Extended Mind*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Clark, A., (2010b) Coupling, constitution, and the cognitive kind: a reply to Adams Aizawa. In R. Menary (a cura di) *The Extended Mind*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Clark, A. e Chalmers, D. (1998) The extended mind. *Analysis* 58: 7-19
- Churchland, P.S., (2008) The Impact of neuroscience on philosophy. *Neuron*, 60, pp. 409-411.
- Churchland, P.S., (2012) *Neurobiologia della morale*. Raffaello Cortina, Milano.
- Crane, T. (2003) *Fenomeni mentali*. Milano: Raffaello Cortina.
- Crane, T. (2014) *Aspects of psychologism*. Harvard University Press.
- Cruciani, M. (2013) Sulla Scienza Cognitiva. Conversazione con Cristiano Castelfranchi. In *Method. Analytic Perspectives*, 2, 2, pp.8-20.
- Cordeschi, R. (2002) *The discovery of the artificial. Behavior, mind and machines before and beyond Cybernetics*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Davidson, D. (1980) *Actions and events*. Oxford, Clarendon Press.
- Davidson, R.J. e Sutton S.K. (1995) Affective neuroscience: the emergence of a discipline. *Current opinion in neurobiology*, 5: 217-24.
- Fodor, J.A. (1980) Methodological solipsism considered as a research strategy in cognitive psychology. *Behavioural and Brain Sciences*, 3 (1).
- Fodor J. A. (1983) *The modularity of mind*. MIT, Cambridge (MA).
- Gallese V. (2013) Neuroscience cognitive: Tra cognitivismo classico e embodied cognition. <http://www.psychiatryonline.it/node/4414> (27/02/2015).
- Gaiani A. (2014) Riduzionismo e neuroscienze: il dibattito filosofico recente. *Etica & Politica*, XVI, 2, pp.47-63.
- Gibson, J. (1979) *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Ghidini, C. e Giunchiglia, F. (2001) Local Models Semantics, or Contextual Reasoning = Locality + Compatibility. *Artificial Intelligence*, 127 (2), 221-259.
- Giunchiglia, F. (1993) *Contextual reasoning*. Epistemologia, 16, 345-364.

- Hurley, S. (1998) *Consciousness in action*, London: Harvard University Press.
- Hutto, D. e Myin, E. (2012) *Radicalizing Enactivism: basic minds without content*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Illes, J. (2006) (a cura di) *Neuroethics*. Oxford: Oxford University Press.
- Koenigs, M., Young, L., Adolphs, R., Tranel, D., Cushman, F., Hauser, M., e Damasio, A. (2007) Damage to the prefrontal cortex increases utilitarian moral judgements. *Nature*, 446(7138), pp. 908-11.
- LeDoux, J.E. (1996) *The emotional brain*. New York, Simon and Schuster.
- LeDoux, J.E. (2012) Rethinking the emotional brain. *Neuron* 73(4): 653-76.
- Manzotti, R. (2006) An alternative process view of conscious perception. *Journal of Consciousness Studies*, 13(6): 45-79.
- Marraffa, M. (2004) *Menti, cervelli e calcolatori. Storia della scienza cognitiva*, Laterza, Roma-Bari.
- Marconi, D. (2005) Contro la mente estesa. *Sistemi Intelligenti*, XVII, (3), 389-98.
- McClelland, J.L., Rumelhart, D.E (1986) *Parallel distributed processes. explorations in the microstructure of cognition*. Vol. 2: Psychological and Biological Models. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Nannini, S. (2011) La naturalizzazione delle rappresentazioni mentali. *Sistemi intelligenti*, 23 (1): 41-58.
- Noë, A., (2004) *Action in Perception*. Cambridge (Mass), MIT Press.
- Pulvermüller, F. (2012) Meaning and the brain: The neurosemantics of referential, interactive, and combinatorial knowledge. *Journal of Neurolinguistics*, 5, 423-459.
- Putnam, H. (1960) Minds and machines. In S. Hook (a cura di) *Dimensions of mind*, New York University Press: New York.
- Putnam, H. (1967) Psychological Predicates. In W.H. Capitan e D.D. Merrill (a cura di) *Art, mind, and religion*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Revonsuo, A. (1999) Binding and the phenomenal unity of consciousness. *Consciousness and Cognition*, 8, 173-185.
- Roskies, A. L. (1999) The binding problem. *Neuron* 24, 7-13.
- Skov, M., e Vartanian, O. (2009) *Neuroaesthetics*. Baywood Publishing.
- Stich, S. e Nichols, S. (2003) Folk Psychology. In S. Stich e T.A. Warfield (a cura di) *The Blackwell guide to philosophy of mind*. Oxford: Basil Blackwell, pp. 235-255.
- Taraborelli, D. (2003) Verso una nuova frenologia. Considerazioni sui metodi di *brain imaging* e di strategie sottrattive per lo studio della cognizione e delle sue basi neurali. *Logic and Philosophy of Science*, 1 (1).
- Ticini L.F., Urgesi C., Calvo-Merino B. (2015) Embodied aesthetics: insight from cognitive neuroscience of the performing arts. In Scarinzi, A. (a cura di) *Aesthetics and the embodied mind: beyond art theory and the cartesian mind-body dichotomy*. Dordrecht, Springer.
- Umiltà, C. (2008) La neuropsicologia della coscienza. In *Sistemi Intelligenti*, XX, (3), 395-403.

- von Wright, G. H. (1971) *Explanation and understanding*. Londra: Routledge and Kegan Paul.
- Wilson, M. (2002) Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review* 9 (4): 625–636.
- Wittgenstein, L. (1921) *Tractatus logico-philosophicus*. Torino, Einaudi 1995.
- Żurawicki, L. (2010) *Neuromarketing: Exploring the brain of the consumer*. New York: Springer-Verlag.