



IN BREVE

La filosofia e le neuroscienze sono strettamente legate in un rapporto estremamente complesso (e affascinante), e forse non del tutto compreso. Un rapporto che trae le sue origini nel passato ed è in continua evoluzione, offrendo nuove prospettive di sviluppo che potrebbero avere interessanti

ricadute pratiche. Senza la pretesa di un trattato esaustivo su un tema così ampio, nelle pagine che seguono gli Autori sintetizzano magistralmente le tappe storiche che hanno posto le basi nel rapporto tra filosofia e neuroscienze delineandone i punti salienti

GLI AUTORI

Giorgio Sandrini¹
Heinrich Binder²

1. Dipartimento di Scienze del Sistema Nervoso e del Comportamento, Università di Pavia, Pavia
2. Neurological Center, Maria Theresien Schloessel, Otto Wagner Hospital, Vienna (Austria)

Neurofilosofia e neuroscienze cliniche

Storia e prospettive future - Parte I

A chi non avesse seguito l'evoluzione del pensiero filosofico e delle neuroscienze a partire dalla metà del secolo scorso a oggi, e in particolare negli ultimi decenni, potrebbe apparire sorprendente che la World Federation of Neurorehabilitation (WFNR) abbia recentemente deciso di fondare uno Special Interest Group "Neurophilosophy" (www.wfnr.co.uk).

La neuroriabilitazione tra le varie neuroscienze cliniche è sicuramente, anche considerando le "ultra specializzazioni" che la caratterizzano per quanto riguarda sia le patologie trattate che le metodiche impiegate, una disciplina che, come poche altre, richiede un coordinamento e integrazione di competenze molto ampie. Si pensi, ad esempio, a quanto sia importante per la riabilitazione neuromotoria l'integrazione con gli aspetti cognitivi, e non è quindi sorprendente il suo interesse per la filosofia, da sempre portata alla multidisciplinarietà.

È evidente come il tema dei rapporti tra neuroscienze e filosofia sia straordinariamente ampio e complesso, e in questo articolo non potremo che affrontare in maniera sintetica alcuni dei punti più importanti che hanno contraddistinto lo sviluppo storico di questo rapporto, e accennare ad alcune delle prospettive

di sviluppo futuro di maggiore interesse. Secondo uno stereotipo comune, la filosofia è spesso legata all'immagine di una disciplina astratta, lontana dalle problematiche pratiche della vita quotidiana e incapace di dialogare con le altre scienze. Questo "iato" tra teoria e realtà probabilmente è avvertito in maniera diversa nei vari paesi in rapporto al peso delle diverse tradizioni filosofiche. Quasi un secolo fa, Dewey (1) affidava anzi al filosofo il ruolo di "ufficiale di collegamento" tra le varie discipline, intuendo

come lo sviluppo di competenze sempre più specialistiche avrebbe comportato il rischio di quella che potremmo definire una sorta di "miopia culturale", ovvero di scienziati molto esperti in un campo, ma privi di una visione globale. Si è proposto recentemente, coniato il termine di "cultural neuroscience", di favorire un **dialogo tra discipline neuroscientifiche le cui scoperte hanno un forte impatto su quella che noi chiamiamo cultura, portando un superamento della dicotomia tra biologia e cultura** (2). Il rapporto cultura/cervello è particolarmente interessante in quanto al centro di alcune delle problematiche più complesse che riguardano il funzionamento del cervello nel suo interfacciamento con l'ambiente, interfacciamento che è fondamentale nel processo evolutivo (3). Intorno a questo tema ruotano alcune delle tematiche centrali nel campo delle neuroscienze, quali **la plasticità neuronale, la neurogenetica, la modulazione "culturale" dell'attività cerebrale**. Vi sono forti implicazioni cliniche, facilmente intuibili per quanto riguarda la plasticità post-lesionale, più complesse per quanto riguarda il ruolo dei fattori culturali (si pensi, ad esempio, alla modulazione e percezione del dolore nelle diverse popolazioni) (4). Sicuramente molto complessi appaiono i rapporti tra cultura e genetica.

ANTICIPAZIONI

La seconda parte di questa review sarà pubblicata sul numero 1/2022 de *La Neurologia italiana*. Di seguito un'anticipazione dei contenuti:

- **Da Kant al neuroesistenzialismo e neurofenomenologia**
- **L'io come cervello e le neuroscienze cliniche**
- **Empatia e dolore tra filosofia e neuroscienze**
- **Cervello religioso e neuroteologia**
- **Neurocomputazionalismo tra macchina e cervello**
- **Conclusioni**

L'epigenetica ha aperto degli scenari assolutamente impensabili solo alcuni decenni or sono. L'epigenomica sociale ha messo in evidenza come nei mammiferi (in particolare, nei primati non umani) i meccanismi epigenetici svolgano un ruolo molto importante nel controllo e nella modulazione dei comportamenti sociali, che rappresentano uno tra gli aspetti più "culturalizzati" negli animali (5).

Dal punto di vista filosofico, nell'uomo la possibilità che condizionamenti culturali potessero trasmettersi geneticamente era stata formulata da Richard Dawkins nella sua controversa teoria dei "memi" riassunta nel suo noto libro "Il gene egoista" (6).

Quanto gli studi sugli animali siano trasferibili all'uomo è difficile da dirsi a causa di quella che Dennet chiama "l'evoluzione dell'evoluzione culturale" che ruota intorno alla nascita del linguaggio (7). Resta il fatto che la trasferibilità transgenerazionale di modificazioni epigenetiche indotte dall'ambiente, pur dimostrata per certe situazioni (8), costituisce ancora un terreno in parte inesplorato, in particolare per le patologie neurologiche (9).

Varie correnti filosofiche, in particolare nell'ambito della cosiddetta "Embodied Cognition" (10) le cui rilevanti implicazioni nel campo della neuroriabilitazione sono state recentemente messe in evidenza (11), si sono strettamente interfacciate con le neuroscienze cliniche.

Numerosi studi hanno approfondito il contributo alla comprensione del funzionamento del cervello e alle cosiddette "teorie della mente", che può derivare dall'esplorazione di determinate patologie neurologiche e psichiatriche (12, 13), per quanto concerne gli stati di coscienza (14), i meccanismi decisionali (15, 16) e vari processi cognitivi (17-20). Del resto, la nascita delle neuroscienze cognitive è da molti collegata allo studio del caso di Cage, descritto a fine Ottocento, ovvero di un minatore che, a seguito di una lesione frontale riportata in un infortunio sul lavoro, aveva avuto un radicale mutamento del comportamento (21). L'impatto è stato simile a quello rappresentato nello stesso secolo dall'identificazione delle aree del linguaggio

da parte di Broca e Wernicke.

Il numero di studi, in particolare di fMRI, condotti sul cervello di pazienti affetti da patologie neurologiche e psichiatriche è enorme, e molti di essi hanno contribuito a meglio comprendere il funzionamento del "cervello normale", anche se dobbiamo ricordare che, come già sottolineato da Freud (22), la linea che separa la normalità dalla patologia è spesso sottile. Questo vale, ovviamente, per le funzioni cognitive in generale.

È interessante ricordare come già Sartre, oltre 80 anni fa, in un libro che per certi versi anticipa tematiche neurofenomenologiche, avesse trattato della percezione della realtà anche nelle sue manifestazioni parafisiologiche (visioni ipnagogiche) e patologiche (allucinosi in corso di sindrome pedunculare superiore) (23). La conoscenza dei meccanismi di percezione della realtà e di rapporto del "sé" con gli stimoli esterni, si pensi all'empatia (24), hanno costituito la base per la messa a punto di metodiche neuroriabilitative, come è il caso della realtà virtuale e dell'"action observation" per la riabilitazione neuromotoria e cognitiva (25-29). L'impiego dell'"illusione", della realtà virtuale, si è dimostrato utile nel trattamento del dolore e nello studio dei meccanismi dell'empatia (30) e dei processi decisionali (31).

FILOSOFIA E SCIENZA: DAL MITO A OGGI

Il problema di come si potesse interpretare la realtà è centrale nel pensiero filosofico sin dai primordi. Non è quindi sorprendente che i limiti della conoscenza abbiano trovato una rappresentazione simbolica nel mito. Il mito si è a sua volta evoluto nei secoli parallelamente al linguaggio, come ricorda Cassirer (32) e anche se oggi tendiamo generalmente a vederlo come un puro retaggio storico, esso ha conservato un nucleo di saggezza che lo rende spesso attuale anche ai nostri giorni. Molti miti si richiamano alla conoscenza e alle problematiche a essa collegate. In particolare tre miti sembrano in qualche maniera rispecchiare i problemi che con l'evoluzione della scienza sono

apparsi sempre più evidenti. In primo luogo, la difficoltà di conciliare la conoscenza del particolare con la visione di insieme e l'impossibilità di raggiungere una conoscenza completa della realtà è ben simboleggiata nella parabola indù dei sette ciechi, che essendosi imbattuti in un elefante pretendevano ciascuno di darne una descrizione sulla base della parte che essi avevano toccato. La cecità sta a indicare che in ogni caso una conoscenza completa del reale è impossibile; questo in contrasto con la rappresentazione simbolica della fede come virtù teologale che appare simboleggiata da una donna bendata, ove la benda potrà cadere con la scoperta della verità rivelata. La parabola ben riflette la contraddizione profonda esistente attualmente tra l'evolversi della scienza verso discipline superspecialistiche e la difficoltà conseguente di comunicazione tra gli scienziati. La difficoltà di comunicazione legata allo sviluppo di conoscenze sempre più approfondite e di linguaggi sempre più difficili da comprendere per chi non si occupa di una determinata problematica è ben espressa anche dalla parabola della torre di Babele, che Popper considerava positivamente, in quanto rappresentativa di una grande ricchezza di informazioni, ma vale sicuramente anche il principio contrario, ovvero della incomunicabilità, come già sottolineato. Vi è un terzo mito che può in qualche modo simboleggiare l'impossibilità, malgrado gli sforzi, di raggiungere la meta di una conoscenza completa, ed è il mito di Sisifo. Esso è stato inteso in passato soprattutto come l'impossibilità di raggiungere la verità il cui possesso è esclusivo della divinità, che punisce l'uomo che crede di poter competere con la divinità stessa. Il mito di Sisifo ha avuto anche una straordinaria lettura in chiave esistenzialista da parte di Camus (33). Del mito si può fare, tuttavia, anche una lettura in chiave gnoseologica dal momento che gli sforzi fatti per comprendere la realtà non porteranno mai al raggiungimento della vetta, anche se in Camus la conoscenza porta alla coscienza dell'assurdità della condizione umana. Il problema del rapporto tra filosofia e neuroscienze rientra in parte in quello ampio e complesso riguardante le inte-



razioni tra filosofia e scienza. **Una difficoltà nasce anche dal fatto che molti, quando parlano di filosofia, tendono a fare riferimento particolarmente ad alcune parti di essa**, quali la teoretica, la metafisica, l'ontologia, settori che con difficoltà condividono un linguaggio comune con altre scienze, quelle biologiche, in particolare.

Altre aree, quali l'epistemologia, l'etica, la fenomenologia e la gnoseologia, maggiormente si prestano a un confronto interdisciplinare. Centrali sono le tematiche della coscienza e del "sé" (34-38). Circa l'epistemologia, in particolare, si deve ricordare che il metodo scientifico è frutto del pensiero filosofico. Non si può affermare nulla se non si definiscono i criteri con cui arrivare a definire se qualcosa è vero o meno, e in questo senso tutta la filosofia della scienza ruota intorno alla problematica del metodo che è centrale nel pensiero di Cartesio, da molti considerato il padre della scienza moderna, come in quello degli epistemologi contemporanei (39). Che non sia un discorso completamente definito ancora al giorno d'oggi lo confermano i contrasti tra Popper (40) e Kuhn circa il principio della "falsificabilità" sostenuto dal primo contro il concetto di "paradigma shift" teorizzato dal secondo (41). Nel concetto di "paradigma shift" si evidenzia anche una netta separazione (conflitto) tra le scienze biologiche e quelle umanistiche, dato che uno scienziato non potrebbe mai, o per lo meno difficilmente, sostenere una teoria nel momento in cui si evidenzia scientificamente che essa è sbagliata, mentre questo non avviene nel campo umanistico, dove possono coesistere teorie tra loro chiaramente in contrasto.

La visione di Kuhn, come è stato sottolineato in vari articoli recenti, ha fortemente impattato in particolare il campo delle neuroscienze, anche a motivo del fatto che esse rappresentano un campo in cui vi è stata una crescita esponenziale delle conoscenze favorita anche dall'impiego di nuove tecnologie, che hanno comportato un rapido mutamento di "paradigmi" (41,42).

È evidente che questo ha profondamente influenzato anche il campo filosofico,

come vedremo più avanti parlando della neurofilosofia e/o neurofenomenologia, dato che alcuni studi nel campo delle neuroscienze hanno fornito delle chiavi di lettura della realtà (o almeno di alcuni aspetti di essa) prima solo puramente teorizzabili.

Vi è un altro ambito da considerare, ovvero il fatto che la filosofia per tradizione ha una vocazione olistica, mentre la scienza, in particolare a partire dal secolo scorso, ha sempre più sviluppato competenze specialistiche e ultraspecialistiche.

Non a caso la nascita della scienza moderna viene da molti fatta coincidere, come si diceva, con la separazione operata da Cartesio tra *res cogitans* e *res extensa* che ha di fatto sancito una separazione tra i due mondi, aprendo la strada a uno studio della realtà "fisica" che in qualche maniera prescindesse dalla necessità che ogni interpretazione dei fenomeni fosse coerente con una visione ontologica non in contrasto con la "welthanschauung" (ovvero concezione del mondo e della vita) imperante.

Questo problema epistemologico di fondo ha riguardato un periodo esteso della storia della filosofia e della scienza, dato che la prima si è spesso identificata con posizioni dogmatiche legate alla fede che non lasciavano spazio al dubbio, di cui invece si alimenta la scienza. Non si deve credere che questa problematica concerna solo i secoli dei roghi e dell'intolleranza, perché l'emancipazione della scienza, per lo meno su certe tematiche, è avvenuta molto lentamente.

Paradigmatica è in tal senso la figura di Galileo, la cui "riabilitazione" da parte della Chiesa è avvenuta solo in epoca recente.

L'esigenza di rispettare le evidenze che dalla scienza scaturiscono è stata recentemente sancita nell'enciclica "Laudato si", ma come scienza e fede possano convivere, in particolare su alcune tematiche, è ancora dibattuto sia a livello teologico che etico. In particolare, come evidenziato nella stessa enciclica, il problema è che l'applicazione delle scoperte della scienza non è in molti casi neutra e implica scelte morali (si pensi all'energia atomica).

L'evoluzione della scienza è passata anche attraverso l'emancipazione dalla filosofia, oltre che dalla fede.

Jasper fa una disamina interessante dei punti in cui si differenzia quella che egli chiama la fede filosofica da quella religiosa, affrontando anche il problema del rapporto filosofia/scienza. Riconosce da una parte l'autonomia dei due campi, dall'altra l'esigenza di un rispetto reciproco, affermando: "La filosofia è legata alla scienza, nel senso che pensa servendosi delle Scienze. Senza la purezza della verità scientifica, la verità in generale le è inaccessibile" (43).

EPISTEMOLOGIA E RAPPORTO MENTE-CERVELLO

Resta, a oggi, un'ambiguità di fondo nel termine stesso di "filosofia", dato che esso raggruppa, almeno negli ultimi secoli, teorie anche profondamente contrastanti tra loro, e alcune, specie in epoca recente, hanno distolto la loro attenzione da aspetti centrali nella filosofia, quali la metafisica, o negandola, o ignorandola in quanto non valutabile attraverso lo studio di fenomeni osservabili.

Il riduzionismo è diventato centrale nel dibattito filosofico contemporaneo.

In realtà si dovrebbe distinguere un riduzionismo epistemologico, già anticipato secoli fa da Ockam, da quello ontologico attorno a cui ruotano molte delle teorie che affrontano il problema del rapporto tra mente e cervello, anche se ovviamente la distinzione tra i due campi resta spesso difficile.

Vi è una profonda frattura tra scienze biologiche che non possono che essere riduzioniste e quelle umanistiche che devono decidere se integrare, e in quale misura, nelle proprie teorie le conoscenze che provengono dagli studi scientifici. Questo conflitto interessa in maniera diversa anche le neuroscienze cliniche ed è particolarmente evidente nel campo della psichiatria.

Da un punto di vista storico, l'epistemologia in questa disciplina non ha in molti casi risolto il dualismo cartesiano tra

corpo e mente (44). Questo ha favorito la nascita e lo sviluppo della psichiatria biologica, che è stata fondamentale nel chiarire i meccanismi biologici delle malattie mentali, ma anche nell'identificare dei biomarker che possono essere di grande utilità sia nel trattamento di tali malattie, che nella previsione dei quadri evolutivi (45, 46) fornendo in tal senso le basi per un approccio personalizzato al singolo paziente, come definito dalla cosiddetta "medicina di precisione" (47). Coesistono quindi, in ambito psichiatrico, fattori che possono essere studiati con i criteri che sono propri della cosiddetta "Evidence-based Medicine" e altri elementi che sono difficilmente esplorabili con tali criteri (45).

In campo filosofico la indimostrabilità con criteri scientifici (probabilistici) di molte teorie ha portato alla proliferazione di correnti e sotto-correnti che hanno contraddistinto la storia della filosofia a partire, in particolare, dal secolo scorso, anche se le nuove conoscenze nel campo delle scienze naturali hanno indubbiamente contribuito a ridefinire diversi paradigmi, per lo meno per quanto riguarda le correnti più vicine al metodo scientifico.

Si potrebbe osservare come il dualismo anima-corpo si sia in parte trasferito in quello mente-cervello, se non fosse per le accezioni molto diverse con cui il termine mente è usato nelle varie teorie filosofiche moderne. In alcune di queste teorie la mente ha una tale "fisicità" che viene spontaneo chiedersi dove collocarla rispetto al cervello o al corpo, ove la si voglia tenere da essi separata e conseguentemente un problema analogo vale per il concetto di "prodotti immateriali" della mente. È noto l'escamotage cartesiano di collocare l'anima nell'epifisi (allora non si sapeva a che cosa servisse) e la centralità di quest'ultima nel cervello aveva suggerito anche, in alcune filosofie orientali, di ipotizzarne un ruolo chiave e simbolico, che in ogni caso testimonia della consapevolezza del ruolo "ontologico" del cervello.

Northoff (14) osserva come sul rapporto mente/cervello si stia consumando uno degli scontri principali tra filosofi e neuroscienziati, e alcuni filosofi "tradizionali"

sostengono che la filosofia si debba occupare della mente e le neuroscienze del cervello, a conferma che posizioni "fideistiche" sul concetto di mente non sono del tutto scomparse.

La neurofilosofia tende a identificare, nella maggior parte dei casi, la mente con il cervello, ma non è in grado di dare delle risposte conclusive su quella che egli definisce "trasformazione neuronale-mentale" che ha la sua centralità nel problema della coscienza (14), problema che accompagna gran parte del pensiero filosofico ed è fondamentale per filosofi, neuroscienziati e neurologi dalla nascita a oggi. Il punto è ben riassunto in questa sua frase: **"Le neuroscienze comprendono sempre di più come il cervello lavora, opera e funziona, ma non hanno ancora spiegato del tutto perché le stesse caratteristiche neurali conducano agli aspetti mentali così come sono descritti in filosofia"** (14).

Da un punto di vista filosofico, in generale, metafisico e ontologico in particolare, hanno un'importanza fondamentale anche le teorie cosmogoniche riguardanti la nascita dell'universo, la teoria della relatività anche per l'impatto straordinario sul concetto di tempo cui si lega strettamente quello riguardante la storia e il destino dell'uomo, anche se forse a causa della loro complessità, hanno probabilmente impattato sulla visione del mondo, a livello del vissuto collettivo, meno rispetto al crollo del geocentrismo e antropocentrismo avvenuti nei secoli precedenti con Copernico e Darwin. Northoff aggiunge a queste due rivoluzioni (quella copernicana e quella darwiniana) una terza che sta avvenendo a opera delle neuroscienze sul rapporto mente-cervello (48).

Si potrebbe obiettare che una rivoluzione, perché sia reale, deve passare attraverso una condivisione semplificata delle teorie scientifiche a livello popolare, ma in fondo anche le due precedenti sono passate attraverso una fase "elitaria". Certamente da un punto di vista esistenziale, sul concetto di "Dasein" (Esserci), il contenuto delle prime due rivoluzioni è molto più intuitivo di quello rappresentato dalla "terza rivoluzione",

come indirettamente conferma il fatto che a oggi coesistono molte teorie sul rapporto mente-cervello.

Questa terza rivoluzione sta inoltre avvenendo in un mondo molto diverso, sia per l'esplosione della scienza, che per l'impatto enorme che hanno i media nel diffondere nel bene (informazione scientifica) e nel male (fake news) le scoperte che avvengono nel campo della medicina. Ma il conflitto insito nel problema del rapporto mente-cervello resta elitario per lo meno nelle sue articolazioni più complesse, malgrado l'innalzamento del livello medio di educazione scolastica della popolazione e la pervasività dei nuovi media, strumento essenziale del fenomeno della globalizzazione.

Si può paventare il rischio che accada qualcosa di simile a quello che è successo alla teoria della relatività dove il conflitto è stato tra fisica e filosofia, come sottolineato da Cassirer quando si domanda **"Vi è una possibile conciliazione tra il concetto di realtà della fisica e quello della filosofia?"** (49). La risposta (complessa) che egli dà è affermativa ed è nella ridefinizione dei binomi spazio/tempo e sostanza/funzione di cui è però difficile trovare tracce in quello che si definisce il "comune sentire", mentre il fatto che la terra non sia al centro dell'universo e che l'uomo sia il prodotto di un lungo processo evolutivo, è comunemente accettato da tutti o comunque dalla grandissima maggioranza delle persone.

Vi è in realtà un ponte tra fisica e biologia, che è altrettanto rilevante dal punto di vista filosofico, rapporto su cui hanno impattato in maniera rilevante le teorie cosmogoniche.

Come osserva Michael O'Shea in un capitolo dall'eloquente titolo "From Big Bang to the big brain", un filo conduttore comune lega la storia del cervello umano a quella dell'universo (50), la fisica alla biologia, la materia allo "spirito".

Il Darwinismo, in particolare, ha segnato il crollo delle teorie sulla creazione che avevano imperato per secoli, tanto da costringere a una loro rilettura, anche per la fede, in chiave creazionistica, ovvero in termini di "disegno intelligente".

Si deve considerare che la creazione

come altri mitologemi, quali ad esempio il Paradiso, erano visti, specie nei secoli scorsi, in chiave realistica, l'interpretazione simbolica ed esoterica era probabilmente riservata a un'élite culturale e i confini tra realtà e mito facevano

parte del vissuto personale. Vi è chi ha sottolineato come sorprendentemente la filosofia ai suoi primordi (si pensi ai presocratici) fosse molto più vicina alle visioni attuali alla sua nascita rispetto al pensiero che ha imperato per moltissimi

secoli. **Il darwinismo ha avuto l'incredibile merito di aver ridisegnato in maniera rivoluzionaria i rapporti mente-cervello, evidenziando le analogie tra il cervello umano e quello delle specie più evolute.**

LA STORIA DEL CERVELLO

Se da una parte il concetto di mente resta molto controverso, tanto che molti ne negano l'esistenza autonoma dal cervello e ogni filosofo ne dà una definizione propria, **il cervello come organo chiave del processo evolutivo ha assunto un ruolo mai posseduto in passato** (51). La paleoneurologia, disciplina recente, deve per ovvi motivi lavorare sulle tracce lasciate dall'evoluzione che, come per dei "cold case", consentono di andare a caccia di indizi molto indiretti sull'evoluzione del cervello (52). Un approccio promettente, poiché consente di applicare le tecnologie moderne allo studio di un organo che può essere studiato dal punto di vista funzionale di fatto solo nel vivente, è rappresentata dalla comparazione tra le varie specie, considerando che vi è da una parte una gerarchizzazione dei cervelli nel mondo animale, e dall'altra che alcune specie, anche antichissime, hanno verosimilmente subito nei millenni contenute modificazioni.

Alcuni studiosi computazionalisti hanno formulato le proprie teorie partendo da modelli elaborati su cervelli "semplici", ad esempio quelli dei crostacei (53, 54). Alcune scoperte che hanno avuto uno straordinario impatto anche filosofico, quali quella dei neuroni specchio (24), nascono da studi condotti inizialmente su primati non umani.

Con gli enormi progressi compiuti dalla scienza ci si è posti il problema di evidenziare e demarcare le linee di separazione tra il cervello umano e quello dei mammiferi più evoluti, primati non umani in primis. Questo è un punto tutt'altro che marginale perché lo studio di un cervello "semplificato" può aiutare a comprendere il ruolo dei meccanismi di risposta automatici che si ritiene esulino, almeno in parte, dal controllo volontario e comparativamente di comprendere meglio il ruolo della culturalizzazione.

Si tratta in realtà di un problema fondamentale nella filosofia, e ancora controverso, e con rilevanti implicazioni in campo etico e legale, che viene solitamente riassunto con il termine di "libero arbitrio". Sappiamo, ad esempio, che i nostri processi decisionali sono condizionati in maniera rilevante dall'empatia e dai meccanismi di "reward" e che le decisioni etiche prese dallo stesso individuo possono essere diverse in funzione del tempo entro cui le decisioni vengono assunte (31, 55-60).

A parte le ovvie differenze, e forse le uniche, secondo molti,

a essere veramente fondamentali (61), legate al linguaggio, si sono cercati di evidenziare altri punti di differenziazione tra uomo e animale, che avessero un rilievo anche dal punto di vista filosofico. Non che questo sia semplice, anche perché al linguaggio sono legate, e da esso sono condizionate, molte altre funzioni, quali la memoria semantica, le capacità di ragionamento e numerose altre funzioni cognitive e metacognitive, sono diversamente sviluppate nell'uomo e negli animali come descritto da Roth e Dicke (62).

Nel libro sulla "mente bicamerale", Jaynes contrappone l'emisfero sinistro della ragione a quello destro dell'emozione e ne correla l'evoluzione a quella del pensiero umano intervenuta negli ultimi millenni (63).

L'ipotesi suggestiva andrebbe oggi in ogni caso rivista, sempre in termini evolutivi, ma non più in termini di contrapposizione emisferica, ma di specializzazione di aree corticali, di sviluppo di network neurali, ma soprattutto di "asimmetrica attivazione dell'emisfero dominante rispetto il controlaterale" (64). Si consideri che segni di dominanza emisferica e lateralizzazione, seppure semplificate, sono presenti persino nelle specie inferiori della scala filogenetica, quali gli uccelli (65) e sono descritti rarissimi casi in cui, pur con agenesia di un emisfero, si sono sviluppate sufficienti capacità cognitive, a conferma del fondamentale ruolo dei meccanismi di plasticità neuronale (66).

Uno dei problemi che ha affascinato sin dall'antichità i filosofi (Aristotele ne parla estesamente nell'Etica Nicomachea) è quello dell'etica degli animali, dato che si era intuito già in epoca pre-Darwin, come evidenziare differenze rispetto all'uomo potesse rappresentare una importante chiave di lettura della condizione umana.

Non a caso la dinamica del bisogno e del desiderio, nell'uomo fortemente culturalizzata, è centrale sia in campo filosofico che psicoanalitico (67). Lo studio dei meccanismi di "reward" (ricompensa) e della circuitistica in essa implicata, reso ora possibile, in particolare, dalle neuroimmagini funzionali, ha consentito di meglio comprendere quali fossero le aree cerebrali implicate nel tentativo di conseguimento di un obiettivo basato su motivazioni implicite (ovvero dirette), mentre quelle esplicite dove l'obiettivo deve essere raggiunto attraverso strategie intermedie anche complesse, sono di più difficile indagine perché implicano in alcuni casi un'elevata culturalizzazione dei processi di strategia seguiti (58).



LA NEUROFILOSOFIA E LE DISCIPLINE “NEURO-RELATE”

Se si dovesse fare un elenco delle discipline che iniziano con “neuro” noteremmo come esso sia incredibilmente lungo.

In inglese vengono definite “hyphenated disciplines” quelle caratterizzate da un trattino che congiunge due termini a indicare l’incontro di due discipline che mantengono la loro autonomia, mentre l’assenza del trattino dovrebbe, per lo meno secondo alcuni, indicare una nuova disciplina autonoma.

È evidente che si tratta di una distinzione spesso fatta sulla base di scelte soggettive, come accade comunemente per i neologismi. Inoltre, vari termini hanno avuto vita effimera o uso molto limitato, mentre altri sono assurdi a tutti gli effetti al ruolo per cui erano stati conati, ovvero quello di indicare una nuova area autonoma, se pure frutto di un continuo interscambio tra le discipline di origine. In realtà, anche se molti dei termini sono stati introdotti a partire dalla seconda metà del secolo scorso in rapporto all’enorme sviluppo che hanno avuto le neuroscienze che hanno fornito inedite chiavi di lettura ad altre discipline, altri termini (ad esempio neuropsichiatria, neurochirurgia ecc.) sono ben più antichi e fanno parte della storia della medicina, e anzi testimoniano le tappe di un processo di evoluzione della scienza e delle varie discipline.

Si è a lungo discusso su come “etichettare” la neurofilosofia proposta e teorizzata da Patricia e Paul Churchland (68-72). Non sfuggirà il fatto che i termini (riduzionismo, eliminativismo, eliminativismo materialista, ecc.) proposti sembrano sottintendere, come ricordano i Churchland, una valenza negativa (una parte contro il tutto, la materia contro lo spirito ecc.), ma questo non deve sorprendere in quanto tale connotazione è retaggio di secoli di storia del pensiero umano dominati da un approccio dogmatico e antiscientifico.

Il termine stesso riduzionismo ha molteplici valenze e chiavi di lettura.

Che malgrado la profonda evoluzione verificatasi, in particolare a partire dal ‘700, sia sopravvissuta una certa ostilità verso i tentativi di avvicinamento della filosofia alla scienza, è confermato da un implicito disprezzo verso il relativismo su cui la scienza si fonda, tuttora diffuso. Richard Rorty vede proprio nel fondazionalismo, che in qualche maniera si oppone al relativismo, una delle cause principali del distacco progressivo della filosofia dalla vita comune e dalla politica, affermando “La filosofia è una scala su cui l’Occidente è salito e che poi ha gettato via” (73).

Non che la scienza non abbia le sue responsabilità per le derive scientiste che l’hanno spesso caratterizzata, e il suo percorso è lastricato di tesi sbagliate spesso sostenute, senza alcuna ombra di dubbio, da chi le proponeva (75). Chi pensasse trattarsi di un problema astratto, puramente teorico, lontano dalla vita quotidiana, dovrebbe ricordare che posizioni anti-relativiste sono alla base del fondamentalismo (76) e se è vero che i problemi maggiori riguardano il relativismo etico, è anche vero che esso in ogni caso si rapporta con l’approccio epistemologico (77). Si potrebbe pensare che nessuno più dei filosofi sia abituato al pluralismo, visto che, per non essere considerati puramente degli storici della filosofia, degli interpreti del pensiero di chi li ha preceduti, sono condannati a elaborare una propria visione del reale, e questo a portato a una proliferazione di correnti e sotto-correnti, inimmaginabile in campo scientifico.

La neurofilosofia come ponte tra filosofia e neuroscienze non poteva prescindere dall’ accettare un’ epistemologia che fosse propria di quest’ultima e senza la quale il dialogo non sarebbe stato possibile, né poteva accettare di prescindere dalle evidenze scientifiche.

Ne deriva che il binomio mente/cervello non può che essere risolto a favore di quest’ultimo, nel momento in cui facciamo riferimento, per quanto riguarda la mente, a processi che non sono studiabili con metodologie che sono proprie delle scienze biologiche. Sul dualismo mente/cervello si è consumata gran parte della

discussione filosofica dalla nascita della filosofia a oggi, e in questa sede non possiamo che limitarci ad alcune sintetiche considerazioni che hanno delle implicazioni di interesse per le neuroscienze cliniche. L’approccio “materialista” da parte della neurofilosofia appare ineludibile nel momento in cui la mente o i suoi “prodotti” sono definiti immateriali e, quindi, non studiabili scientificamente.

Patricia Churchland ricorda come già Ippocrate avesse focalizzato la sua attenzione sulle conseguenze del danno neurologico sulle funzioni mentali, e discute ampiamente la tematica anche in rapporto alle posizioni di due filosofi, Searle e Dennett, il cui pensiero sull’argomento è particolarmente influente nella filosofia contemporanea (68).

Sicuramente fondamentale nel modificare la visione sul rapporto mente/cervello è stato il “paradigma shift” che si è verificato in maniera prorompente grazie all’avvento, come dicevamo, di tecnologie che hanno permesso di studiare i correlati neurali di funzioni mentali e cognitive in maniera del tutto innovativa.

La filosofia ha nei secoli cercato di dare una risposta anche al “non-conoscibile”, mentre le neuroscienze si sono focalizzate principalmente sul “non conosciuto”. Il problema è che il confine tra i due concetti è indefinito e mutevole, e su questa ambiguità si sono giocate molte delle illusioni che entrambe hanno coltivato o coltivano.

Da una parte non si devono ignorare le evidenze scientifiche, dall’altra si deve considerare che la scienza non può dare una risposta a tutto. La strada più logica, anche se difficile, resta quella del dialogo che consideri i limiti reciproci, dialogo che non può prescindere dal fatto che il livello di evidenza (probabilità che un’affermazione sia vera) è molto diverso nei due campi (79).

Oggi i confini tra scienze umanistiche e scienze biologiche sono in continua ridefinizione come testimonia la nascita di nuove discipline quali la neuroeconomia, la neurosociologia, la neuroteologia ecc., a testimonianza del fatto che si rende sempre più indispensabile l’integrazione tra due mondi che, come ricordavamo,



sono stati per moltissimo tempo separati. Emblematico è nel campo della neuroetica e neurofilosofia il problema del libero arbitrio, se si osserva come da una centralità teologica (si pensi al problema della predestinazione) esso sia diventato un argomento da cui si attendono sempre più risposte da parte delle neuroscienze.

Patricia Churchland (68) sottolinea come il fatto stesso che vi siano differenze individuali sull'autocontrollo, indica che vi è una possibilità di scelta. Negli ultimi anni, come vedremo, gli studi di *embodied cognition* sono sempre più orientati a esplorare quali siano i fattori che condizionano le nostre risposte, e si deve considerare che vi è una sorta di gerarchia dove le risposte più semplici e immediate rispondono ad automatismi che sono invece maggiormente controllabili nel caso di scelte più complesse (31). Molto recentemente, il filosofo tedesco Philipp Klar (78) ha proposto una terza via, in chiave neurofenomenologica, per quella che egli chiama una "neurofilosofia non-riduttivista", anche se è evidente che il problema delle diverse epistemologie rimane. Si deve considerare che il termine stesso di "riduttivismo" viene usato spesso attribuendogli significati non univoci (74).

Che la linea di separazione sia difficile da tracciare e che le "etichette" dovrebbero avere più un valore sul piano epistemologico che ontologico, lo si evince anche dalla storia delle neuroscienze e della filosofia. Basti pensare al dogmatismo del positivismo o allo scientismo insito in molte posizioni scientifiche anche in epoca moderna.

Un'esemplificazione di questo concetto si ha nello sviluppo della psicoanalisi sino alla nascita della neuropsicoanalisi.

Se la neuropsicoanalisi (80, 81) è disciplina recente, non si deve dimenticare che Freud era neurologo, e che il connubio tra neurologia e psichiatria sul piano clinico è durato per tantissimi anni, e la separazione consensuale è di fatto avvenuta come presa d'atto che era impossibile seguire contemporaneamente due campi in cui il livello di conoscenze stava crescendo in maniera esponenziale.

L'autonomizzazione della psicoanalisi a opera di Freud fu una tappa obbligata e in qualche maniera provvidenziale perché consentì un'evoluzione del pensiero umano, propedeutico ed essenziale nello sviluppo di ricerche successive neuroscientifiche relative alle funzioni fondamentali nelle teorie freudiane.

In realtà Freud, sia per la sua matrice neurologica che per il clima positivista in cui visse, cercò di dare anche delle basi neuroscientifiche e neurobiologiche alle sue teorie, difficili o impossibili, stante le conoscenze scientifiche dell'epoca. Northoff ha esaminato attentamente quanto di "neuropsicoanalitico" ci fosse già nelle teorie freudiane (82).

Una parte meno conosciuta del pensiero di Freud riguarda proprio gli scritti sul cosiddetto "modello energetico" che è fortemente incentrato sui meccanismi di funzionamento del cervello (83) e che è stato recentemente rivisitato anche in chiave paleoneurologica (57).

La doppia anima (umanistica/clinico-scientifica) rende difficile applicare metodi di valutazione che sono propri di altri campi scientifici, anche se metodi statistici sono stati usati per dimostrare l'efficacia clinica della psicoanalisi (85, 86).

Emblematico è il fatto che il simbolismo di un sogno possa essere interpretato in maniera diversa da diversi psicoanalisti. La non univocità dell'interpretazione simbolica dei sogni, in particolare se decontestualizzata, è stata oggetto di ironici commenti da parte di Hillman (87).

La neuropsicoanalisi ha gettato un ponte verso l'interpretazione neuroscientifica di funzioni che la psicoanalisi ha avuto il grande merito di portare in evidenza (80, 82, 88).

Esemplificativo è il caso del sogno di cui si sono evidenziate funzioni "fisiologiche" (ad esempio, nei processi di memorizzazione) (89). Interessante è il legame tra memoria e previsione del futuro (90), che chiarisce anche una funzione finalistica in chiave evolutiva del sogno, come indicano ad esempio i sogni legati alla paura di contagio frequentemente descritti nel corso della pandemia da COVID-19 (91). Quello che ha rappresentato un fattore determinante nello sviluppo della neurofilosofia e delle discipline neuro-relate,

una vera rivoluzione "copernicana" per riprendere un termine usato da Georg Northoff (50), è stato l'avvento delle neuroimmagini funzionali. Patricia Churchland, che pur cita nei suoi libri tantissimi studi in cui tale metodica è stata usata, ne ricorda anche i limiti, in particolare legati al fatto che i dati sono in average, che la "fotografia del cervello" non è istantanea, che richiede attivazioni prolungate, che vi sono aree attive non evidenziabili durante le "task" ecc. (92). L'aver portato l'indagine da un livello macro- e microscopico a un livello mesoscopico ha consentito di definire anche in chiave neurocomputazionale (93, 94) alcuni "network" attivi in determinate condizioni di funzionamento del cervello, che hanno permesso di comprendere, in maniera prima impensabile, il suo funzionamento in condizioni normali e patologiche, nonché il suo ruolo in funzioni anche molto complesse.

Questo ha comportato a volte anche l'introduzione di alcune semplificazioni che possono far apparire discutibili certe etichettature, ormai diventate di uso comune, quali cervello etico, cervello sociale, cervello religioso ecc., dato che il cervello funziona in maniera integrata e diverse aree intervengono in network diversi, cosa non sorprendente se si considera che molte funzioni sono strettamente interconnesse (ad esempio, socialità ed etica).

Circa le nuove "neurodiscipline" quello che ne ha sancito il successo in diversi casi, al di là dell'interesse della proposta, è stato il fatto che in alcuni settori esse hanno favorito studi che ne hanno confermato la dignità di scienze autonome. Alcune di queste, come la neuroeconomia, che studia i meccanismi cognitivi che sono alla base dei processi economici, inclusi i processi decisionali che condizionano l'acquisto dei prodotti (95), hanno rappresentato il punto di incontro tra scienze di mondi in passato separati. Altre, come la neuropsicoanalisi, l'incontro di discipline che erano nate assieme.

In tal senso appare evidente come si configurino delle strette interazioni tra le nuove discipline (ad esempio neuroeconomia e neuroetica si occupano in

parte delle stesse circuitistiche neurali che sono alla base dei processi decisionali). Altre possono avere una duplice chiave di lettura. Vi sono l'etica delle neuroscienze e le neuroscienze dell'etica, come sottolinea Roskies (96).

È chiaro che i due aspetti fortemente si integrano e le conoscenze sul cervello, umano e dei primati in generale, hanno fortemente condizionato le normative sulla sperimentazione animale.

Peter Singer (97) aveva già in questo senso teorizzato che il vero metro di misura fosse sul concetto di "sofferenza", affrontando il punto cruciale, controverso e fortemente culturalizzato, di quanto discriminante sia il livello di coscienza (si pensi agli stati vegetativi e ai problemi bioetici a essi legati). Il tema della comparazione, sul piano etico

in particolare, tra uomini e animali, si ritrova già in Aristotele e accompagna il pensiero filosofico nei secoli, come già sottolineato.

Non è un caso che Patricia Churchland ponga il problema dell'etica al centro della visione neurofilosofica, trattandolo ampiamente in vari suoi libri e scritti (92). La Churchland affronta, tra l'altro, il tema della socialità e dei suoi condizionamenti neurali e neuroendocrinali. Molte sono le pagine dedicate all'ossitocina, che sappiamo fortemente condizionare i comportamenti prosociali nell'animale, ma anche nell'uomo, tanto che ne è stato suggerito recentemente l'uso terapeutico nell'autismo (98).

Vi è un altro problema cruciale, ovvero quello dell'approccio cosiddetto olistico al funzionamento del cervello, che por-

ta generalmente ad assumere posizioni non scientifiche. **Il cervello agisce integrando le attività delle varie aree secondo modalità e gerarchie dettate dall'ambiente e condizionate dalle esperienze pregresse e dal suo stato anatomo-funzionale e, quindi, fortemente dipendenti dal fattore tempo.**

Questo vale non solo per le scelte etiche, di cui abbiamo già parlato, ma anche per la cosiddetta "razionalità" anche se è ovvio che i due aspetti si integrino (99). Le ricadute nella vita di tutti i giorni possono essere estremamente rilevanti come abbiamo visto anche nel corso della pandemia quando abbiamo osservato molti comportamenti di "bounded rationality" (razionalità limitata), o del tutto irrazionali (100).

>>> Segue sul numero 1/2022

Bibliografia

- Dewey J. *Experience and nature*. G. Allen Unwin LTD, London, 1929
- Han S et al. *A cultural neuroscience approach to the biosocial nature of the human brain*. *Annu Rev Psychol*, 64, 2013: 335-59
- Walker RS. *Evolution of culture*. In: *Basic in Human Evolution*, Elsevier, 2015
- Atkins D, Uskul AK. *Culture shapes empathic responses to physical and social pain*. *Emotion*, 2016: 587-601
- Guerrero TP et al. *Epigenomics and gene regulation in mammalian social system*. *Current Zoology*, 66(3), 2020: 307-319
- Dawkins R. *The selfish gene*. Oxford University Press, 1989
- Dennett DC. *From bacteria to Bach and Back. The evolution of minds*. Ed. Daniel C. Dennet, 2017
- Lacal I, Ventura R. *Epigenetic inheritance: concepts, mechanisms and perspectives*. *Front Molecular Neuroscience*, 2018
- Qureshi IA, Mehler MF. *Epigenetic mechanisms underlying nervous system diseases*. *Handb Clin Neurol* 147, 2018: 43-58
- Gallese V. *Before and below "theory of mind": embodied simulation and the neural correlates of social cognition*. *Phil Trans Soc B*, 362, 2007: 659-669
- Pazzaglia M et al. *Embodying tool use: from cognition to neurorehabilitation*. *Frontiers media*, Lausanne, 2020
- Kandel ER. *The disordered mind. What unusual brains tell us about ourselves*. Ed. E.R. Kandel, 2018
- Northoff G. *Neurophilosophy and the healthy mind: learning from the unwell brain*. Newton and Company Inc, 2016
- Northoff G, Lamme V. *Neural signs and mechanisms of consciousness: is there a potential convergence of theories of consciousness in sight?* *Neurosci Biobehav Reviews*, 118, 2020: 568-587
- Mendez MF, Shapira JS. *Altered emotional morality in frontotemporal dementia*. *Cogn Neuropsychiatry*, 14, 2009: 165-179
- Ponsi G et al. *Human moral decision-making through the lens of Parkinson's disease*. *NPJ Parkinson's Disease*, 7(18), 2021
- Poletti M et al. *Cognitive and affective theory of mind in neurodegenerative diseases: neuropsychological, neuroanatomical, and neurochemical levels*. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36, 2012
- Countouris SP et al. *Social perceptual function in Parkinson's disease: a meta-analysis*. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 104, 2019
- Baez S et al. *Impairment in negative emotion recognition and empathy for pain in Huntington's disease families*. *Neuropsychologia*, 68, 2015: 158-167
- Countouris SP et al. *Empathy and theory of mind in Parkinson's disease: a meta-analysis*. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 109, 2020
- Gazzaniga M et al. *Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. W W Norton & Co Inc., 2013
- Freud S. *The Psychopathology of Everyday life* (1901), Classic Reprint Papers. 2012
- Sartre J-P. *L'imaginaire. Psychologie phénoménologique de l'imaginaire*. Ediz, Gallimard, 1940
- Ferrari PF, Rizzolatti G. *Mirror neuron research: the past and the future*. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2014 Apr 28;369(1644):20130169. doi: 10.1098/rstb.2013.0169.
- Mizuguchi N, Kanosue K. *Changes in brain activity during action observation and motor imagery: their relationship with motor learning*. *Prog Brain Res*, 234, 2017: 189-204
- Patel M. *Action observation in the modification of postural sway and gait: theory and use in neurorehabilitation*. *Gait Posture*, 2017: 115-120
- Ertelt D et al. *Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke*. *Neuroimage*, 2007: 164-173
- Marangolo P, Caltagirone C. *Option to enhance recovery from aphasia by means of non-invasive brain stimulation and action observation therapy*. *Expert Rev Neurother*, 14(1), 2014: 75-91
- Ansado J et al. *How brain imaging provides predictive biomarkers for therapeutic success in the context of virtual reality cognitive training*. *Neurosci Biobehav Reviews*, 120, 2021: 582-594
- Matamala-Gomez M et al. *Immersive virtual reality and virtual embodiment for pain relief*. *Front Hum Neurosci*, 13, 2019
- Sandrini G, Walters S. *Free will: from philosophy to clinical neurosciences*. *Confinia Cephalalgica et Neurologica* (in press)
- Cassirer E. *Language and Myth* (1946) ISBN 978-0-486-20051-4
- Camus A. *Le mythe de Sisyphe*. Edition Gallimard, 1942
- Ceruti M, Damiano L. *Plural embodiment(s) of mind. Genealogy and guidelines for a radically embodied approach to mind and consciousness*. *Front Psychol*, 2018
- Scalabrini A et al. *Is our self related to personality? A neuropsychodynamic model*. *Front Hum Neurosci*, 12, 2018
- Tononi G, Koch C. *Consciousness: here, there and everywhere?*, *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2015 May 19; 370(1668): 20140167. doi: 10.1098/rstb.2014.0167
- Damasio AR. *Investigating the biology of consciousness*. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 1998 Nov 29; 353(1377): 1879-1882.



38. Araujo HF et al. *Neural correlates of different self domains*. Brain Behav. 2015 Dec; 5(12).
39. Losee J. *A historical introduction to the philosophy of science*. Oxford University Press, 2001
40. Popper KR. *The logic of Scientific Discovery* (1959). Routledge Classics, 2002
41. Avlik M. *From anomalies to essential scientific revolution? Intrinsic brain activity in the light of Kuhn's philosophy of science*. Front System Neurosci, 1, 2017
42. Parker D. *Kuhnian revolutions in neuroscience: the role of tool development*. Biol Philos, 33(17), 2018
43. Jaspers K. *Philosophical Faith and Revelation*. Hardcover, 1967
44. Berrios GE. *Historical epistemology of the body-mind interaction in psychiatry*. Dialogues Clin Neurosci, 2018: 205-212
45. Carvalho AF et al. *Evidence-based umbrella review of 162 peripheral biomarkers for major mental disorders*. Translational Psychiatry, 10, 2020: 152
46. Schmidt A et al. *Acute oxytocin effects in inferring others' beliefs and social emotions in people at clinical high risk for psychosis*. Translational Psychiatry, 10, 2020: 203
47. Salazar de Pablo G et al. *Implementing precision psychiatry: a systematic review of individualized prediction models for clinical practice*. Schizophrenia Bull, 47(2), 2021: 284-297
48. G. Northoff. *Lessons from astronomy and biology for the mind – Copernican revolution in neuroscience*. Front Hum Neurosci, 2019
49. Cassirer E. *Substance and Function and Einstein's Theory of Relativity* (1923) ISBN 1375926462
50. O'Shea M. *From the Big Bang to the big brain. A very short introduction*. Oxford University Press, 2005
51. Beaudet A et al. *Evolution of the modern human brain*. Progr Brain Res, 250, 2019
52. Bruner E et al. *Functional craniology and brain evolution: from paleontology to biomedicine*. Front Neuroanatomy, 8, 2014
53. Dario P. *An octopus-bioinspired solution to movement and manipulation for soft robots*. Bioinspiration & Biomimetics, 6 (3), 2011
54. Datteri E, Tamburini G. *Biorobotic experiments for the discovery of biological mechanisms*. Philosophy of Science, 74(3), 2007: 98-118
55. Lavazza A. *Free will and neuroscience: from explaining freedom away to new ways of operationalizing and measuring it*. Front Hum Neurosci, 10, 2016
56. Zürcherr T et al. *The notion of free will and its ethical relevance for decision-making capacity*. Open Access, 2019
57. Wisniewski D. *Free will beliefs are better predicted by dualism than determinism beliefs across different cultures*. PlosOne, 2019
58. Luo J. *The neural basis of and a common neural circuitry in different types of pro-social behaviour*. Front Psychol, 9, 859, 1-17, 2018
59. Greene JD, Paxton JM. *Patterns of neural activity associated with honest and dishonest moral decisions*. PNAS, 106 (30), 2009
60. Abe N, Greene JD. *Response to anticipated reward in the nucleus accumbens predicts behavior in an independent test of honesty*. J. Neurosci, 34(32), 10564-10572, 2014
61. Tecumseh Fitch W. *The evolution of language*. Cambridge University Press, 2010
62. Roth G, Dicke U. *Origin and evolution of human cognition*. Progress in Brain Research, Vol.250, ISSN 0079-6123,2019.
63. (A2) Jaynes J. *Il crollo della mente bicamerale e l'origine della coscienza*. Adelphi, Milano, 1984
64. Demaree HA et al. *Brain Lateralization of Emotional Processing: Historical Roots and a Future Incorporating "Dominance"*. Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews, 4, 1, 3-20, 2005
65. Rogers LJ. *Laterality in animals*. The International Journal of Comparative Psychology 3, 5-20, 1989
66. *A woman with half a brain offers more proof of the organ's superpowers*. New Scientist, 2020
67. Lippi S. *La décision du désir*. Ers, call Point Hors Ligne, Tolosa, 2013
68. Churchland P. *Touching a nerve. The Self as Brain*, 2013
69. Churchland PS. *The Impact of Neuroscience on Philosophy*, Neur on,60,6,409-411,2008
70. Churchland PS. *Neurophilosophy: the early years and the new directions*. Functional Neurology, 22(4),1-10,2007
71. Churchland PM. *Matter and Consciousness. A Contemporary Introduction to the Philosophy of Mind*. Revised Edition, The MIT Press, 2012
72. Churchland PM. *Neurophilosophy at Work*. Cambridge University Press, New York, 2007
73. Rorty R. *Per la politica la filosofia è diventata inutile*, in: Il bello del relativismo, quel che resta della filosofia del XXI secolo, a cura di E. Ambrosi, Marsilio, Venezia, 2005
74. Glas G et al. *On the reproducibility of mind states*, Philosophia Reformata 67 (2002) 148–172
75. Jastrow J. *The story of human errors*, Odoya, 2017
76. Berger P, Zijderfeld AJ. *In praise of doubt. How to have convictions without becoming a fanatic*. New York, HarperCollins Publishers, 2009
77. Kusch M. *Epistemic relativism, scepticism, pluralism*. Synthese, 4687-4703, 194, 2017
78. Klar P. *What is neurophilosophy: do we need a non-reductive form?* Synthese, Springer 2020
79. Jungert M. *Neurophilosophy or philosophy of neuroscience? What neuroscience and philosophy can and cannot do for each other*. In: E. Hildt, J. Leefmann, The human sciences after the decade of the brain. Perspectives on the neuro-turn in the social sciences and the humanities. Elsevier, 2017
80. Vaslamatzis G. *Framework for a new dialogue between psychoanalysis and neurosciences: is the combined neuro-psychoanalytic approach the missing link?* Philosophy, Ethics and Humanities in Medicine, 2, 25; 2007
81. Solms M. *The feeling brain. Selected papers on neuropsychanalysis*, Karnac Books, London, 2015
82. Northoff G. *Psychoanalysis and the brain – why did Freud abandon neuroscience?* Front Psychol, 3(71), 2012
83. Tran The J et al. *The epistemological foundations of Freud's energetics model*. Front Psychol, 9(1861), 2018
84. Bruner E et al. *Functional craniology and brain evolution: from paleontology to biomedicine*. Front Neuroanatomy, 8(19), 2014
85. Zimmermann J et al. *Is it all about the higher dose? Why psychoanalytic therapy is an effective treatment for major depression*. Clin Psychol Psychother, 22(6), 2015: 469-487
86. Busch FN et al. *A study demonstrating efficacy of a psychoanalytic psychotherapy for panic disorder: implications for psychoanalytic research, theory, and practice*. J Am Psychoanal Assoc, 57(1), 2009: 131-148
87. Hillman J. *The dream and the underworld*, Harper&Row, New York, 1989
88. Di Giannantonio M et al. *Editorial: the interface between psychoanalysis and neuroscience: the state of the art*. Front Hum Neurosci, 2020
89. Schoch SF et al. *The effect of dream report collection and dream incorporation on memory consolidation during sleep*. J Sleep Res, 2019
90. Vecchi T, Gatti D. *Memory as prediction. From looking back to looking forward*, Ed. Massachusetts Institute Technology, 2020
91. Mota NB et al. *Dreaming during the Covid-19 pandemic: computational assessment of dream reports reveals mental suffering related to fear of contagion*. PLOS One, 15(11), 1-19, 2020
92. Churchland PS. *Braintrust. What neuroscience tells us about morality*, 2012
93. Choi H, Mihalas S. *Synchronization dependent on spatial structures of a mesoscopic whole-brain network*. Plos Computational Biology, 2019
94. Barson D et al. *Simultaneous mesoscopic and two-photon imaging of neuronal activity in cortical circuits*. Nat Methods, 17(1), 107-113, 2020
95. Reuterm M, Montag C. *Neuroeconomics. Studies in neuroscience, psychology and behavioural economics*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2016
96. Roskies A. *Neuroethics for the new millenium*. Neuron, 35, 2002: 21-23
97. Singer P. *Practical Ethics*, Cambridge University Press, 1980, third edition, 2011
98. Bernaerts S et al. *Behavioral effects of multiple-dose oxytocin treatment in autism: a randomized, placebo-controlled trial with long-term follow-up*. Molecular Autism, 11(6), 2020
99. Petracca E. *Embodying Bounded Rationality: From Embodied Bounded Rationality to Embodied Rationality*. Front Psychol. 2021; 12: 710607. Published online 2021 Sep 9. doi: 10.3389/fpsyg.2021.710607
100. Tomljenovic H et al. *Contribution of rationality to vaccine attitudes: Testing two hypotheses*. J Behav Decis Mak. 2021 Jul 1: 10.1002/bdm.2260. doi: 10.1002/bdm.2260