

ALBERTO E. PANERAI
(Università degli Studi di Milano)

LE NEUROSCIENZE E LA LIBERTÀ DEL VOLERE

I.

La curiosità ha portato i neuroscienziati, soprattutto negli ultimi anni, non solo a indagare la vita del Sistema Nervoso Centrale studiando l'anatomia e il funzionamento di neuroni e sinapsi, ma anche ad avventurarsi nello studio di aspetti del comportamento relativi alle emozioni, alla morale, alla coscienza e quindi anche alla libertà del volere o 'Free Will'.

Queste ricerche hanno necessariamente condotto allo scambio di informazioni tra neuroscienze e filosofia e a diversi modi di interagire tra le due forme di sapere aprendo a entrambi nuovi orizzonti di studio: pensiamo alla nascita della neuroetica, della neurofilosofia, della neuroestetica.

Quale metodo applicano le neuroscienze nei loro studi? Innanzitutto individuano dei modelli sperimentali: modelli sperimentali teorici, in vitro, nell'animale da esperimento o nell'uomo. Individuano l'oggetto della loro ricerca e cercano di creare una situazione per la quale questo sia più evidente e meglio affrontabile, cercando di mantenersi in condizioni il più possibile vicine alla fisiologia. Un altro interessante metodo utilizzato dalle neuroscienze è lo studio di modelli patologici. In questo caso si cercano situazioni nelle quali una condizione biochimica o un comportamento sono esagerati o deficitari confidando che comprendere la causa della alterazione voglia anche dire comprendere il meccanismo che sottende alla situazione normale. Vedremo in seguito come tutto un filone di ricerca nell'ambito del libero arbitrio e delle emozioni sia iniziato proprio dallo studio delle conseguenze di lesioni cerebrali.

Gli strumenti per valutare i fenomeni scelti quali obiettivo dello studio sono molti e disparati; ciascuno ha vantaggi e svantaggi e guarda ad aspetti differenti del problema.

Alcuni dei metodi usati da più tempo è raggruppabile nel grande capitolo della elettrofisiologia, che spazia dallo studio della singola cellula isolata in-vitro alla cellula contenuta in fettine di

cervello, un sistema più integrato e vicino alla condizione fisiologica, per arrivare all'elettroencefalogramma e ai potenziali evocati che considerano in-vivo l'attività del cervello o la risposta di alcune aree a stimoli sensoriali, ad esempio visivi o uditivi. Il vantaggio della elettrofisiologia sta nell'immediatezza della risposta, tuttavia, passando dalla cellula al cervello, questo metodo guadagna in rappresentazione del fenomeno reale nel suo contesto anatomico-fisiologico, ma perde specificità, diventando una misura indiretta (ricordiamo che gli elettrodi per l'elettroencefalogramma o la misura dei potenziali evocati sono fissati sullo scalpo, quindi fuori dalla scatola cranica) e spazialmente sempre più indifferenziata.

L'*imaging*, nelle sue diverse forme, PET (Positron Emission Tomography) o fMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging) mostra l'attività di alcune aree cerebrali, in condizioni normali o patologiche, in condizioni basali o in risposta a stimoli sia sensoriali sia emotivi. La PET, che utilizza traccianti radioattivi, può indicare lo stato funzionale di una specifica area cerebrale misurandone il consumo di energia (utilizzo di glucosio o flusso ematico), ma può anche dare un'idea di quali recettori o neurotrasmettitori sono coinvolti in una determinata attività. fMRI, che non usa traccianti radioattivi e per questo è più maneggevole, indica lo stato di attività di un'area cerebrale misurandone il consumo di ossigeno.

Le due tecniche, per quanto affascinanti per le loro potenzialità, ma anche semplicemente per le immagini molto suggestive che propongono, hanno tuttavia dei grossi limiti. Di fatto, PET e fMRI rappresentano una fotografia istantanea dello stato di attivazione di aree cerebrali, ma non dicono niente di dinamico, né in senso temporale né anatomico. Indicano cioè l'attivazione di un'area completamente decontestualizzata. Davanti a una attivazione dei lobi frontali, non sapremo mai da queste tecniche se questa è endogena o deriva ad esempio da un diminuito controllo inibitorio o stimolatorio da parte di altre aree che noi sappiamo o pensiamo essere anatomicamente connesse come potrebbe essere l'amigdala. Da qualche tempo, in alcuni studi, si è tentato di superare in parte questi problemi utilizzando una metodologia derivata dalla fMRI che prende il nome di cronoarchitettura, che prende in considerazione, anche se con grossi problemi tecnici e interpretativi, la sequenza temporale di attivazione di diverse aree cerebrali in risposta a stimoli noti. Un ulteriore passo avanti è stato compiuto con una tecnica chiamata trattografia, che evidenzia la sostanza

bianca cerebrale e quindi le connessioni tra aree differenti e può anche indicare la direzione dello stimolo. Possiamo dire che le tecniche si stanno affinando e che il loro uso contemporaneo, ad esempio trattografia, fMRI e EEG, potrà cominciare a sgrossare un poco il dato che attualmente ci viene fornito dall'*imaging*.

Di recente due altre tecniche, fino ad ora utilizzate più a scopo diagnostico e terapeutico, sono state utilizzate per studiare il funzionamento del Sistema Nervoso Centrale: la stimolazione profonda e la stimolazione transcranica. La stimolazione profonda implica l'inserzione di elettrodi che stimolano specifiche aree cerebrali e la valutazione delle risposte ottenute in condizioni fisiologiche o patologiche. Questa tecnica normalmente viene utilizzata per la terapia del morbo di Parkinson intrattabile, depressione, epilessia. La stimolazione magnetica transcranica implica l'utilizzo di campi magnetici per interferire nella attività cerebrale e permette la valutazione delle risposte ottenute nelle diverse condizioni. Per queste sue caratteristiche e per il suo meccanismo di azione la stimolazione magnetica transcranica può essere assimilata a una interferenza o anche a una lesione controllata e reversibile delle vie di neurotrasmissione e, di fatto, a un intervento invasivo, anche se non sussiste una lesione anatomica diretta.

Dopo avere definito quali sono i metodi delle neuroscienze e cosa possono studiare nel funzionamento del cervello in relazione alle sue risposte agli stimoli sensoriali o emotivi che gli arrivano dal mondo esterno, viene naturale chiedersi che ruolo possono avere e come possono contribuire le neuroscienze nello studio del libero arbitrio o *free will*.

Certo non possono affrontare il problema sullo stesso piano del pensiero filosofico ed entrare nella disputa tra chi sostiene le posizioni di Compatibilisti, Incompatibilisti o Libertari. Non ne hanno gli strumenti teorici e pratici, non sono in grado di strutturare ipotesi se non basandosi su dati concreti e misurabili e non riescono ad affrontare un problema che non sia riconducibile a questi termini.

Le neuroscienze possono tuttavia creare dei modelli di libero arbitrio e costruire una ricerca parallela, indagando quali possono essere le strutture coinvolte e i meccanismi sottesi, basandosi sulle proprie conoscenze del funzionamento del cervello e del ruolo che alcune aree principali hanno nel comportamento comune e nel definire l'atteggiamento dell'individuo nei confronti di stimoli esterni.

Con questo approccio le neuroscienze possono costruire un modello teorico di comportamento in condizioni che implicino l'intervento di quello che noi consideriamo libero arbitrio.

Costruendo questi modelli sulla base di nozioni acquisite sul ruolo di diverse aree cerebrali, le neuroscienze possono, ben diversamente che arrivare a una visione riduzionistica del problema, suggerire alla filosofia connessioni e passaggi, integrando le due fonti di conoscenza, per postulare nuove ipotesi.

D'altro canto, le neuroscienze non avrebbero nemmeno potuto iniziare il loro lavoro di esplorazione dei meccanismi cerebrali legati al libero arbitrio, all'emozione, alla coscienza e ad altri aspetti del comportamento, se non ci fosse stata prima una loro identificazione, messa a fuoco, teorizzazione e strutturazione da parte del pensiero filosofico. Le neuroscienze hanno dunque potuto iniziare questo loro nuovo cammino proprio perché il pensiero filosofico ha portato questi concetti alla conoscenza comune, e hanno iniziato ad affrontare questi problemi con i loro metodi e la loro cultura. Tuttavia, è stato presto chiarito che l'impostazione di pensiero dei neuroscienziati non era sufficiente per condurre da soli questi studi. Guardando l'evolversi della letteratura si osserva chiaramente che i gruppi di ricerca si sono modificati ed evoluti nel tempo, e oggi comprendono neuroscienziati, esperti di *imaging*, di neurofisiologia e di biochimica, ma anche sempre più spesso filosofi e psicologi. Quella che era nata come una convergenza di interessi, forse anche una invasione di campo, si è trasformata in una vera sinergia di pensiero e metodi.

II.

Il primo approccio delle neuroscienze allo studio del libero arbitrio è stato sviluppato dai neurofisiologi sperimentali che hanno costruito un modello sperimentale il cui scopo era quello di valutare la coscienza di un semplice atto motorio: piegare un dito. Viene da chiedersi se questo sia un modello adatto allo scopo, se il metodo applicato sia consono agli obiettivi dello studio e i risultati possano essere considerati validi e sufficienti per esplicitare una teoria neuroscientifica del libero arbitrio.

L'esperimento più famoso fu condotto da Benjamin Libet nel 1983¹ e con poche varianti del protocollo e metodologiche ripetu-

¹ B. Libet - C.A. Gleason - E.W. Wright - D.K. Pearl, *Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential). The unconscious initiation of a freely voluntary act*, «Brain» 106 (1983), pp. 623-642.

to da lui e altri fino ad oggi. L'esperimento iniziale di Libet ha subito aperto un'ampia discussione che ha coinvolto molto filosofi e psicologi, meno i neuroscienziati. Forse perché alcuni filosofi e psicologi vi hanno riconosciuto un modello semplice che si inseriva in una importante linea di pensiero che si era sviluppata nel corso degli anni nell'ambito delle loro discipline. L'esperimento è invece piaciuto molto meno ai neuroscienziati che lo hanno criticato quando fu condotto e continuano a criticarlo, soprattutto su una base metodologica. Potremmo dire che pur essendo un esperimento condotto da neuroscienziati, filosofi e psicologi lo hanno valorizzato di più.

Il modello di Libet consiste nel registrare l'elettroencefalogramma di volontari sani cui viene chiesto di dire quando prendono coscienza della decisione di piegare un dito. Un aspetto importante dello studio è che il soggetto in esame definisce il momento della sua 'decisione' facendo riferimento, a fine esperimento, alla posizione che aveva avuto un disco rosso che gira su un orologio davanti a lui, secondo come la ricordava.

Le registrazioni indicano una attività cerebrale, definita *readiness potential* o potenziale di preallerta, che precede di un tempo compreso tra 500 e 1000 ms (cioè 1 secondo!) la coscienza della decisione che, a sua volta, precede di 100-200 ms l'atto stesso. Le interpretazioni date da filosofi e psicologi sono di due tipi. La prima è che, poiché la coscienza dell'atto segue una attività preparatoria inconscia, l'atto finale non è frutto del libero arbitrio, ma di un evento biologico inconscio. La seconda lettura dell'esperimento muove alcune critiche concettuali importanti: la prima e più importante è che la decisione di muovere un dito è un modello troppo semplice e che non ha nessuna delle componenti che caratterizzano una decisione complessa, soprattutto di tipo non esclusivamente motorio. Libet stesso è restio a interpretare il dato come dimostrazione della totale assenza di libero arbitrio e introduce il concetto, invero vago, senza alcuna base e per la sua stessa natura non verificabile, che il periodo di 100-200 ms tra la presa di coscienza e l'esecuzione dell'atto sia il vero momento del libero arbitrio, poiché in quella frazione di tempo il volontario potrebbe rifiutare l'azione.

In diversi modi Libet ripete il suo esperimento negli anni a seguire, e nel 2004 Lau e collaboratori² confermano la sua osser-

² H.C. Lau - R.D. Rogers - P. Haggard - R.E. Passingham, *Attention to intention*, «Science» 303 (2004), pp. 1208-1210.

vazione nello stesso modello sperimentale utilizzando come strumento di rivelazione non più l'elettroencefalogramma, ma la fMRI.

Nonostante l'esperimento di Libet sia una pietra miliare nell'approccio delle neuroscienze allo studio del libero arbitrio e abbia suscitato un grande interesse e un ampio dibattito, è stato anche oggetto, come abbiamo detto, di critiche metodologiche da parte di alcuni neuroscienziati. La critica si focalizza su due punti. Innanzitutto una serie di esperimenti successivi a quello di Libet dimostra che la percezione del tempo rispetto a un evento di riferimento (il dito che si alza) varia molto quando il soggetto decide di effettuare un'azione volontaria rispetto a una non volontaria. Inoltre, il fatto che la valutazione del tempo intercorso avvenga sempre a posteriori favorisce il fatto che nella azione 'volontaria' il tempo intercorso tra intenzione e azione sia percepito come più breve, fino a precedere l'azione come nell'esperimento in questione³. La seconda critica fa riferimento al fatto che i movimenti saccadici dell'occhio (piccoli movimenti che l'occhio continuamente fa nel guardare) modificano la percezione nell'osservare un oggetto che si muove, ad esempio il braccio dei secondi di un orologio (e quindi il disco rosso di Libet) creando una serie di fenomeni illusori sulla velocità dello stesso, l'estremo dei quali è che l'oggetto si fermi⁴. La critica che deriva da queste serie di esperimenti si riassume nel dubbio che il soggetto dell'esperimento di Libet sia fedele nel riportare i tempi del suo gesto. Ovviamente, se i tempi fossero alterati da fattori cognitivi e fisici come quelli indicati, il risultato più importante dell'esperimento, cioè il tempo di latenza tra stato di preallerta e coscienza dell'atto, verrebbe a cadere.

Daniel Wegner⁵ segue la linea di studio iniziata da Libet e propone un modello basato sull'impiego di TMS e un questionario. Con un cursore il volontario deve fermarsi su alcuni oggetti presenti sullo schermo, sapendo che anche lo sperimentatore può bloccare il cursore a sua insaputa. Alla fine dell'esperimento, appare chiaro che il volontario non è in grado di dire se il cursore è stato bloccato da lui o dallo sperimentatore. Wegner conclude che

³ K. Yarrow - P. Haggard - R. Heal - P. Brown - J.C. Rothwell, *Illusory perceptions of space and time preserve cross-saccadic perceptual continuity*, «Nature» 414 (2001), pp. 302-395.

⁴ D.M. Eagleman - A.O. Holcombe, *Causality and the perception of time trends*, «Cognitive Sciences» 6 (2002), pp. 323-325.

⁵ D.M. Wegner, *The mind's best trick: how we experience conscious will trends*, «Cognitive Sciences» 7 (2003), pp. 65-69; Id., *The illusion of conscious will*, «Behavioural and Brain Sciences» 27 (2004), pp. 649-692.

il pensiero che precede l'azione volontaria e la azione sono generati in parallelo da meccanismi inconsci e separati. In conclusione, Wegner introduce il concetto di 'illusione di libero arbitrio', spiegando che talora possiamo automaticamente, ma per errore, identificare un passaggio causale tra pensiero e azione e ciò avviene se il pensiero avviene subito prima dell'azione, è consistente con l'azione e sembra essere l'unica causa dell'azione.

Negli stessi anni, Marc Jeannerod⁶, sviluppa i modelli sperimentali di Wegner e giunge a proporre un modello nel quale un volontario deve tracciare sullo schermo di un computer una linea tra due punti, ma lo sperimentatore lentamente muove il punto di arrivo; entro un certo limite di spostamento: il volontario si adegua automaticamente al cambiamento, ma oltre un certo livello di spostamento si accorge di cosa sta succedendo. Questo fenomeno viene chiamato *mismatch* e rappresenta la presa di coscienza da parte del volontario della sua azione. Possiamo immaginare di stare leggendo il giornale e senza distogliere gli occhi dalla pagina cercare di prendere una tazzina di caffè che sappiamo essere in un certo punto del tavolo: di solito facciamo tutto automaticamente, e solo se non troviamo la tazzina ci rendiamo conto del nostro movimento. L'esperimento di Jeannerod introduce quindi il concetto, poi ampiamente adottato e sviluppato da altri ricercatori, di una componente conscia e una inconscia nei nostri atti. Già Jeannerod dopo questa sua serie di esperimenti introduce un altro importante concetto: per prendere coscienza del nostro movimento, dobbiamo averne una rappresentazione interna. Questo pensiero sarà portato avanti in modo più formale e strutturato da Cunningham nel 2007⁷. Questo autore sostiene che le attitudini e valutazioni che sono alla base anche del libero arbitrio devono integrarsi con rappresentazioni già presenti in noi e distingue tra valutazioni implicite: che sono interne inconscie e rapide, ed esplicite: che sono correlate consce e lente. Cunningham dimostra questa sua ipotesi valutando i tempi di risposta di diversi volontari in condizioni sperimentali differenti utilizzando la fMRI.

Il concetto di *mismatch*, dove il soggetto prende coscienza della sua azione solo in relazione a un errore inatteso, e quello di

⁶ M. Jeannerod, *The mechanism of self-recognition in humans*, «Behavioural Brain Research» 142 (2003), pp. 1-158; C. Farrer - N. Franck - N. Georgieff - C.D. Frith - J. Decety - M. Jeannerod, *Modulating the experience of agency: a positron emission tomography study*, «NeuroImage» 18 (2003), pp. 324-333.

⁷ W.A. Cunningham - P.D. Zelazo, *Attitudes and evaluations: a social cognitive neuroscience perspective*, «Trends in Cognitive Sciences» 11 (2007), pp. 97-104.

rappresentazione interna si possono ricollegare a una serie di esperimenti su modelli teorici, poi portati su modelli sperimentali semplici, effettuati da Stanislas Dehaene e Jean-Pierre Changeux⁸. In questi esperimenti i due ricercatori introducono il concetto di presa di coscienza di un atto, che graduano da subliminale senza alcun controllo, a subliminale con un primo livello di controllo, a preconcio e infine conscio. Questa progressiva presa di coscienza corrisponderebbe al graduale coinvolgimento di sempre più numerose aree cerebrali e vie nervose che creano una rete di informazioni che si integrano in uno spazio virtuale che Changeux aveva teorizzato e in parte dimostrato in quello che chiamava *global workplace*: la rete dove avviene il lavoro di integrazione finale⁹. Noi potremmo dire: il livello di integrazione dove il *mismatch* viene riconosciuto. Una nota curiosa: Jean-Pierre Changeux è un biologo molecolare di fama mondiale per i suoi studi sul recettore nicotinico dell'acetilcolina e questo tipo di studi sono un suo hobby molto serio.

Fino ad ora tutti gli studi che abbiamo considerato valutano il libero arbitrio in modelli che fanno riferimento ad atti motori molto semplici. A parte i problemi tecnici e interpretativi suscitati da questi esperimenti, appare evidente che la libertà di decisione nello svolgere un compito motorio semplice è ben lontana da essere rappresentativa dell'esercizio del libero arbitrio in condizioni reali, quali ci si presentano nella vita quotidiana.

Paul McHugh in un articolo intitolato *Seeking free will in our brains*, scrive: «Neurologists, attending the way patients move, ask 'how?'. Psychiatrists, attending the way patients behave, ask 'why?'»¹⁰. In questa frase è racchiuso il punto cruciale che apre la nuova via delle neuroscienze nello studio del libero arbitrio: non esiste solo un 'come' legato alla neurofisiologia dell'atto che si compie, ma anche un perché noi siamo più propensi a un comportamento che a un altro. Nella realtà quotidiana, infatti, riteniamo di esercitare il nostro libero arbitrio quando vogliamo iniziare delle azioni motorie, ma soprattutto quando vogliamo mettere in atto

⁸ S. Dehaene - J.-P. Changeux - L. Naccache - J. Sackur - C. Sergent, *Conscious, preconscious, and subliminal processing: a testable taxonomy*, «Trends in Cognitive Sciences» 10 (2006), pp. 204-211.

⁹ S. Dehaene - M. Kerszberg - J.P. Changeux, *A neuronal model of a global workspace in effortful cognitive tasks*, «Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.» 95 (1998), pp. 14529-14534.

¹⁰ M. Hallett - P.R. McHugh, *Seeking free will in our brains: a debate*, «Cerebrum», <http://www.dana.org/news/cerebrum/detail.aspx?id=9088>.

dei comportamenti e questa decisione avviene spesso in un contesto complesso.

Ripartiamo dal *mismatch*. Da cosa deriva il *mismatch*? Da un confronto tra quanto ci attendiamo e quanto ci troviamo a esperire. Questo confronto coinvolge tutti gli aspetti del nostro 'sentire e sentirci'. Il *mismatch* deriva infatti anche dalla sensazione che sia variato lo stato fisico e psichico nel quale siamo soliti trovarci, che ci siamo discostati dalla nostra omeostasi abituale verso una nuova condizione che potrà essere transitoria o una nuova condizione di omeostasi. Mente e corpo sono molto legati nel mantenere l'omeostasi e altrettanto nel percepire e rispondere quando ce ne allontaniamo. Alla base di questa nostra condizione sono una serie di afferenze dalla periferia che nel 2002 Bud Craig ha definito interocezione¹¹. Una specifica area cerebrale, l'insula, ne è la struttura anatomica portante, che riceve afferenze da tutto il corpo fisico del quale ha una precisa rappresentazione, ma allo stesso tempo è connessa all'amigdala, il cingolo e le aree prefrontali che presiedono al nostro comportamento. Si concorda anche nel pensare che, progredendo dall'insula posteriore all'intermedia e infine all'anteriore, le afferenze periferiche si consolidino e integrino fino alla rappresentazione interocezionale finale. Uno dei fattori che nascono dall'interocezione, ma che allo stesso tempo modula l'omeostasi psicofisica dell'individuo, è l'emozione. Un articolo di Craig ha l'interessante e intrigante titolo *Human feelings: why are some more aware than others?* e si basa proprio sulla ricchezza delle afferenze interocezionali¹². Una nota interessante: Craig, a differenza di tutti i ricercatori precedenti, neurologi, neurofisiologi, psichiatri e psicologi, è un anatomico e ha iniziato a costruire il suo modello/ipotesi attraverso la ricostruzione delle vie anatomiche che permettono all'insula da una parte di ricevere le afferenze interocezionali e dall'altra di collegarsi alle aree che presiedono alla emozione e al comportamento.

III.

Abbiamo detto che uno dei metodi utilizzati dalle neuroscienze per cercare di capire i meccanismi sottesi a diversi tipi di comportamento è lo studio di modelli patologici o almeno alterati. Si cerca

¹¹ A.D. Craig, *How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body*, «Nature Review Neuroscience» 4 (2002), pp. 655-666.

¹² A.D. Craig, *Human feelings: why are some more aware than others?*, «Trends in Cognitive Sciences» 8 (2004), pp. 239-240.

una condizione nella quale un comportamento sia esagerato o deficitario, confidando che comprendere la causa della alterazione voglia dire anche comprendere il meccanismo che sottende alla situazione normale. Questo è l'approccio con il quale si può affrontare lo studio del libero arbitrio in situazioni più complesse rispetto a compiere un singolo, semplice movimento, e più vicine alla vita reale.

Alcune delle condizioni patologiche che sono state utilizzate a questo scopo sono le lesioni cerebrali, l'*addiction* alla droga, lo studio di situazioni caratterizzate da conflitto e alto contenuto emotivo.

Il neurologo Antonio Damasio e sua moglie Hanna neurofisiologa, e i loro collaboratori psicologi e psichiatri, sono stati tra i primi che hanno saputo utilizzare al massimo il potenziale rappresentato dallo studio delle conseguenze di lesioni cerebrali su aspetti diversi del comportamento individuando le aree e le connessioni cerebrali sottese. Il loro lavoro ha portato nel tempo a evidenziare due aspetti importanti del modo in cui si riesce a formulare un pensiero e poi a prendere delle decisioni. A conclusione dei loro primi lavori i Damasio arrivarono a proporre che la nostra mente creasse e conservasse delle rappresentazioni che le potessero poi servire per confrontare nuove esperienze e formulare ipotesi¹³. Un concetto, quello delle rappresentazioni, che abbiamo già visto citato, seppure sotto diversi aspetti, da Cunnigham, Dahene e Changeux, infine da Craig. In un altro ciclo di esperimenti, i Damasio compiono un passo fondamentale per la comprensione del nostro agire e quindi della nostra possibilità di esercitare il libero arbitrio. Nei loro studi, basati soprattutto sulla attenta descrizione e valutazione del risultato di lesioni traumatiche in aree specifiche del Sistema Nervoso Centrale, evidenziano il ruolo centrale dell'emozione nell'agire dell'individuo¹⁴. Anche qui ci si collega facilmente agli esperimenti e al pensiero di Craig, poiché proprio l'interocezione fornisce la base anatomica e funzionale di come noi recepiamo le afferenze dal nostro corpo e dal mondo esterno e a questo rispondiamo con comportamenti dettati da queste informazioni, che possiamo definire emozioni. In questi studi i Damasio e i loro collaboratori introducono un ulteriore livello di valutazione dell'azione: il dilemma morale. In conseguenza di al-

¹³ A. Damasio, *The person within*, «Nature» 423 (2003), p. 227.

¹⁴ Id., *Feelings of emotion and the self*, «Annals of the New York Academy of Sciences» 1001 (2003), pp. 253-261.

cune lesioni, loro osservano infatti che la capacità di prendere decisioni resta integra, ma cambia la valenza morale delle decisioni prese.

Questo se tutto funziona bene e in modo coordinato.

Vediamo cosa succede quando il sistema si altera. Alcuni interessanti lavori¹⁵ ci propongono l'esempio della dipendenza dalla droga. La dipendenza viene proposta come una malattia della motivazione e della capacità di prendere una decisione. Possiamo rileggere queste affermazioni dicendo che la dipendenza deriva da una alterata motivazione che viene da una alterazione della normale omeostasi che deriva da una alterata interocezione e di conseguenza una alterata rappresentazione della normalità: in conclusione da una alterata emozione e valutazione morale. Non a caso, le osservazioni fatte con la fMRI indicano l'interessamento delle stesse aree cerebrali che erano alterate negli esperimenti di Damasio e che sono collegate all'insula, *hub* (crocicchio) della percezione che l'individuo ha della sua omeostasi.

Un altro esempio di alterazione del sistema è ipotizzato da Paulus¹⁶ e collaboratori che ipotizzano in una alterazione dell'interpretazione ed elaborazione della propria omeostasi l'origine delle alterazioni nella capacità di malati psichiatrici di prendere decisioni.

Il legame tra interocezione, emozione e *mismatch* è semplice e diretto. *Mismatch* è la non corrispondenza tra la realtà attesa e quella presente. La realtà attesa ci è fornita dall'interocezione che diventa il parametro che usiamo per confrontarci con la nostra omeostasi, che è la nostra realtà. L'interocezione, proprio perché finisce con il fornirci lo stato in cui siamo e che consideriamo normale, può provvederci i dati per elaborare l'emozione. Di fatto possiamo modificare artificialmente i dati colti dall'interocezione

¹⁵ G. Schoenbaum - M.R. Roesch - T.A. Stalnaker, *Orbitofrontal cortex, decision-making and drug addiction*, «Trends in Neurosciences» 29 (2006), pp. 117-124; P.W. Kalivas - N.D. Volkow, *The neural basis of addiction: a pathology of motivation and choice*, «American Journal of Psychiatry» 162 (2005), pp. 1403-1413; N.H. Naqvi - A. Bechara, *The hidden island of addiction: the insula*, «Trends Neurosciences» 32 (2009), pp. 56-67; R.Z. Goldstein - A.D. (Bud) Craig - A. Bechara - H. Garavan - A.R. Childress - M.P. Paulus - N.D. Volkow, *The neurocircuitry of impaired insight in drug addiction*, «Trends in Cognitive Sciences» 13 (2009), pp. 372-380.

¹⁶ M.P. Paulus, *Decision-making dysfunctions in psychiatry altered homeostatic processing?*, «Science» 318 (2007), pp. 602-606.

e simulare uno stato emotivo¹⁷. Se iniettiamo adrenalina, induciamo un aumento del ritmo cardiaco, della glicemia e altri sintomi che simulano quello che noi leggiamo come uno stato di stress, pur essendo beatamente sdraiati sotto una palma in riva al mare. Ciò non evita, tuttavia, che questa falsa emozione possa indurci a scelte differenti da quello che avremmo fatto senza l'iniezione di adrenalina.

L'*imaging*, per quanto sia come abbiamo detto uno strumento parziale e imperfetto, ci aiuta mostrandoci l'importanza e indipendenza dell'emozione, per esempio mostrando come si attivino aree differenti a seconda che il giudizio morale sia implicato.

Con la stessa metodologia possiamo anche farci un'idea di come si sviluppa l'emozione, in un tempo di che varia da meno di 100 ms a 1 minuto. Nel caso di uno stimolo visivo questo arriva velocemente alla corteccia prefrontale e all'amigdala. In un tempo successivo l'amigdala riceve dalla corteccia sensoriale informazioni più accurate e solo a questo punto il cervello può dire di averle valutate e inizia una risposta che, partendo da amigdala e corteccia prefrontale, avrà una loro rappresentazione proprio nell'insula, lo *hub* della interocezione, attivando quello che noi chiamiamo uno 'stato emotivo'.

In questa linea, sebbene con approcci differenti, molti studi dello stesso Damasio, di Moll e di Greene¹⁸ convergono nell'indicare come l'emozione sia un fattore imprescindibile per il nostro agire e, allo stesso tempo, decretano la scarsa rilevanza che semplici modelli motori come quello di Libet possono avere per lo studio di un fenomeno complesso come l'esercizio del libero arbitrio.

Resta un aspetto da discutere. L'emozione è necessariamente conscia e quindi ogni nostra azione ha un inizio cosciente? Certamente no. Senza entrare nello spinoso problema della differenza tra emozioni primordiali e non, è evidente che qualsiasi emozione ha un ambito di sviluppo che può portala a essere incosciente o cosciente e quindi a guidarci a un'azione/risposta libera o auto-

¹⁷ A.D. Craig, *Interoception and emotion: a neuroanatomical perspective*, in M. Lewis - J.M. Haviland-Jones - L. Feldman Barrett (eds.), *Handbook of emotions*, New York - London 2008, pp. 272-288.

¹⁸ J.D. Greene - R.B. Sommerville - L.E. Nystrom - J.M. Darley - J.D. Cohen, *An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment*, «Science» 293 (2001), pp. 2105-2108; J. Moll - R. de Oliveira-Souza - P.J. Eslinger - I.E. Bramati - J.M. Miranda - P.A. Andreiuolo - L. Pessoa, *The neural correlates of moral sensitivity: a functional magnetic resonance imaging investigation of basic and moral emotions*, «The Journal of Neuroscience» 22 (2002), pp. 2730-2736.

matica. Se accettiamo che l'interocezione sia il fondamento fisico dell'emozione e che si sviluppi e consolidi attraverso interazioni sempre più numerose e complesse fino a interagire con le aree cerebrali più legate al comportamento come l'amigdala, il cingolato e la corteccia prefrontale, allora possiamo pensare che solo parte delle nostre emozioni venga alla luce della coscienza.

IV.

Quello proposto è un cammino verso il libero arbitrio che le neuroscienze, seppure con l'imperfezione e l'ambiguità delle loro 'fotografie', ci offrono.

Una via costituita da emozione (Craig, Cunnigham, Greene) a confronto con la nostra rappresentazione/omeostasi (Damasio, Craig), *match/mismatch* (Jeannerod, Changeux): azione libera o automatica.

Ci possiamo fare un'ultima domanda: se tutto quanto abbiamo ipotizzato fosse vero, cosa succede quando non siamo in grado di esercitare un adeguato livello di interocezione e confronto con la nostra omeostasi perché ci mancano totalmente o parzialmente gli strumenti, come nella demenza, nella demenza di Alzheimer o nella schizofrenia? Siamo in grado di esercitare un libero arbitrio?

In modo simile, quando la nostra attenzione è totalmente concentrata su un'azione specifica e complessa, come guidare o suonare in un concerto, siamo in grado di mettere pienamente e prontamente in moto la sequenza di eventi che risulta nel libero arbitrio?

Riguardo a questo ultimo quesito è stato recentemente proposto e in parte dimostrato che, proprio durante l'esecuzione di compiti complessi, l'automatismo inconscio può di fatto aiutare lo svolgimento di attività conscie. Il modello proposto tende a dimostrare che, se un insieme di movimenti o azioni, non solo motorie viene acquisito dal soggetto, questi vengono eseguiti automaticamente, quasi secondo il modello di Libet! Tuttavia, il soggetto mantiene la libertà di modificare le sue scelte, anche se nel contesto dell'azione automatica¹⁹. Un esempio potrebbe essere il pianista che suona 'automaticamente', ma nel contempo può reagire, anche modificando il suo modo di suonare, in situazioni interpretative particolari o in risposta alla reazione della sala, una condizione che ricorda il *mismatch*.

¹⁹ C.L. Suhler - P.S. Churchland, *Control: conscious and otherwise*, «Trends in Cognitive Sciences» 13 (2009), pp. 341-347.

V.

Cosa si può concludere a questo punto della evoluzione del concetto di libertà del volere alla luce degli studi di neuroscienze? La neurobiologia cerca meccanismi e i risultati di questa ricerca ci suggeriscono che la visione popolare secondo cui la libertà del volere coincide con la coscienza dell'azione messa in atto non è vera o non sempre vera, ma esiste una componente di inconsapevolezza nella nostra azione e anche questa ha i suoi meccanismi. Gli studi condotti con *imaging* e elettrofisiologia dimostrano che la nostra "libera" scelta si accompagna all'attivazione di aree cerebrali coinvolte nella valutazione di molteplici ipotesi relative a fattori come ricompensa, importanza, valore soggettivo. La neurobiologia, seppure con il suo approccio meccanicistico, apre quindi la porta a costrutti considerati tipici delle teorie psicologiche²⁶. Un'ipotesi accreditata è che questo tipo di valutazioni raggiunga la consapevolezza solo quando le aree cerebrali coinvolte raggiungono un elevato livello di attività, mentre al disotto di questo livello agiscono meccanismi di cui siamo per niente o poco consapevoli.