

Capitolo 28  
Lombroso e le neuroscienze  
di Marcello Costa

*Né le favole intorno agli dèi, né i fulmini, né il cielo  
col minaccioso rimbombo lo trattennero: anzi più gli accesero  
il fiero valore dell'animo, sì che volle, per primo,  
infrangere gli stretti serrami delle porte della natura.*

Lucrezio, *De Rerum Natura*, Libro I

Questo breve saggio si propone di collocare il lavoro di Cesare Lombroso e i suoi tempi in una prospettiva di ricostruzione storica delle scienze del cervello, per mostrare come la sua teoria sia stata parte di un processo scientifico iniziato ben prima di lui e che prosegue tutt'oggi. La storia della scienza è come un albero di evoluzione di idee, i cui rami viventi crescono da quelli del passato, anche se alcuni rami collaterali sono diventati secchi. Molti di questi rami morti, fra cui l'antropologia lombrosiana, sono spesso definiti con il termine di pseudoscienze. La loro storia fa però parte dell'evoluzione delle idee e come tale ci aiuta a comprendere meglio lo sviluppo della scienza attuale. In estrema sintesi, i problemi generali sui quali Lombroso si impegnò sono due, entrambi tuttora attuali:

- 1) la natura del comportamento degli esseri umani;
- 2) il rapporto fra i diritti degli individui e quelli della società nell'applicazione dei progressi della scienza sperimentale alla vita sociale.

1. *Il problema della natura del comportamento degli esseri umani nel XIX secolo*

Nella seconda metà dell'Ottocento, la speranza di coinvolgere le scienze umane e sociali nel campo di azione della scienza sperimentale derivava dal successo della fisica e della chimica nell'unificare gran parte dei fenomeni del mondo materiale (la *res extensa* di Cartesio). Pure il comportamento umano visto come emanazione della volontà, del pensiero (la *res cogitans* dello stesso Cartesio), agli occhi dei positivisti, come Lombroso, doveva prima o poi venire spiegato come un fenomeno fisico<sup>1</sup>.

L'idea che il mondo fosse fatto di una parte materiale, caduca, e di una parte immateriale, incorruttibile, sembra profondamente compenetrata nella maggior parte delle culture umane e la sua origine va ricercata pro-

<sup>1</sup> R.H. Wozniak, *Mind and Body: Rene Descartes to William James*, <http://serendip.brynmawr.edu/Mind/>; Bryn Mawr College, Serendip 2002.

tabilmente nei tempi preistorici<sup>2</sup>. Furono i Greci a porre in termini chiari il problema, con l'idea che l'essere umano vive in un mondo materiale e caduco da un lato e in un mondo ideale e immutabile dall'altro (Platone). Aristotele tentò di creare un ponte fra questi due mondi, che però rimasero ben distinti fino ai giorni nostri, in gran parte a causa della credenza cristiana che, come la maggior parte delle credenze religiose, ha sempre sostenuto che gli esseri umani fossero gli unici dotati di un'anima immortale.

Per il positivismo scientifico del XIX secolo, anche il comportamento umano, in quanto simile a quello degli altri animali, visti da Cartesio come automi biologici, doveva essere spiegato in modo meccanico. Sono proprio questi «meccanismi» della «macchina biologica» umana i misteri che i positivisti indagavano per spiegare il comportamento umano. Era però inevitabile che qualsiasi tentativo di spiegare il comportamento umano all'interno di questa prospettiva si dovesse scontrare con il timore di vedere abolita l'unicità dell'essere umano nel creato. Questo scontro avvenne in modo acuto con il dibattito suscitato dalla teoria di Darwin, che spiegava la comparsa di specie diverse, compreso l'essere umano, attraverso un processo di selezione naturale. L'idea che anche l'essere umano fosse il risultato di un'evoluzione da altri animali era incompatibile con l'idea di unicità.

Lombroso, da buon positivista, applicò il metodo sperimentale attraverso osservazioni dettagliate e quantitative. La logica un po' semplicistica che sta alla base del suo *modus operandi* era che solo ciò che può essere misurato va accettato come fatto scientifico, e che solo su ciò che è provato dalla scienza si possono costruire strategie valide per risolvere in modo razionale i problemi della società, compreso quello del crimine. Ma ai suoi tempi solo la forma del cranio e alcune grossolane malformazioni o lesioni del cervello umano potevano essere misurate con una certa facilità, in vita o *post mortem*. Di conseguenza, per Lombroso solo una frenologia aggiornata come scienza antropologica poteva essere usata nello studio del comportamento criminale. La grave limitazione dei metodi di indagine fu quindi la prima causa del fallimento dell'antropologia criminale. La storia della scienza è costellata da simili fallimenti, che nascono quando il divario fra osservazione e teoria diventa troppo grande e il filo della rigorosità logica e sperimentale si perde.

#### Localizzazioni cerebrali

Il concetto che si dovessero cercare nel cervello le «cause» del comportamento umano era già maturo ben prima di Lombroso. Il termine frenologia, che etimologicamente significa «studio della mente», è più spes-

<sup>2</sup> P. Boyer, *Religion explained; the evolutionary origins of religious thought*, Basic Books, New York 2001; D.M. Broom, *The Evolution of Morality and Religion*, Cambridge University Press, Cambridge 2003; D.C. Dennett, *Breaking the spell; religion as a natural phenomenon*, Allen Lane, Londra 2006; S. Mithen, *The Prehistory of the Mind; the cognitive origins of Art, Religion and Science*, Thames and Hudson, Londra 1996.

so interpretato come l'idea che vi sia un rapporto fra anatomia e facoltà mentali. La ricerca dei principi di localizzazione delle funzioni del cervello, correlabili con differenti funzioni psicologiche dell'essere umano, era già iniziata con Franz Gall alla fine del XVIII secolo, quando questi si propose di trovare nel cervello il sito di ben 27 facoltà mentali e morali, alle quali il suo collaboratore Spurzheim ne aggiunse una decina di altre. Fra queste c'erano ad esempio la fermezza d'animo, il bisogno di approvazione, la prudenza, il senso di meraviglia, l'attesa di eventi futuri, la spiritualità, la venerazione, la creatività, l'amorevolezza, la coscienziosità, la costruttività e la distruttività, l'individualità, l'autostima, l'idealismo, l'affetto, l'aggressività, il senso dello spazio, la memoria, il linguaggio, la percezione dei colori, il senso musicale, il senso del tempo, la capacità di effettuare calcoli matematici, di ordinare gli oggetti, di paragonare e di stabilire relazioni di causa ed effetto, il senso di varie grandezze fisiche, quali il peso e la resistenza, l'imitazione, il senso di venerazione e di rispetto, la speranza, e altre ancora<sup>3</sup>. Insomma, si trattava di un vero e proprio programma di ricerca delle localizzazioni cerebrali, ma non sorprende che questo progetto non sia stato portato molto avanti, date le limitazioni esistenti all'epoca nei metodi di sperimentazione. Che le fattezze morfologiche macroscopiche del cervello e della scatola cranica potessero essere correlate facilmente alle facoltà mentali divenne ben presto insostenibile.

Tuttavia la ricerca delle localizzazioni cerebrali, oltre alle grossolane fattezze morfologiche, proseguì grazie alla clinica medica. Sono classici i lavori sulle afasie motorie di Paul Broca (1861) e su quelle sensoriali di Carl Wernicke (1874), con conclusioni sulla localizzazione in aree cerebrali specifiche per il linguaggio ancora generalmente valide oggi. Questi studi portarono all'idea che funzioni con aspetti sia sensori che motori fossero localizzate in diverse regioni nel cervello. La localizzazione di certe funzioni motorie, una sorta di «frenologia funzionale», ricevette un impulso significativo verso il 1870, quando i tedeschi Gustav Fritsch e Eduard Hitzig usarono la stimolazione elettrica della corteccia cerebrale di cani in stato cosciente creando le prime mappe cerebrali motorie.

Che il cervello dovesse essere organizzato con parti diverse sottostando a funzioni diverse appariva sempre più ovvio anche in base ai principi dell'evoluzione per selezione naturale. Già nel 1855 Herbert Spencer nel suo libro *Principles of Psychology*, scriveva che «nessun fisiologo che consideri pacatamente la questione alla luce della verità generale della sua scienza, può ancora resistere alla convinzione che diverse parti del cervello servano a diversi tipi di funzioni mentali». Darwin osservò la rassomiglianza e le differenze di struttura e di sviluppo del cervello tra l'uomo e

<sup>3</sup> R.M.E. Sabbatini, *Phrenology, the History of Brain Localization*, «Brain & Mind», 1997.

le scimmie, soprattutto dopo la scoperta dei gorilla in Africa, avvenuta nel 1840. Egli aveva notato che, nell'evoluzione, il volume del cervello aumenta di pari passo e in modo continuo con l'aumento di complessità delle specie animali, compresa quella umana, e quindi con buona correlazione fra le capacità cognitive e il cervello<sup>4</sup>. Fu Hughlings Jackson, alla fine del XIX secolo, ad applicare al campo della neurologia i concetti di evoluzione del cervello come estensione dell'organizzazione primitiva dei sistemi sensori e motori. Il suo ragionamento si basava sull'ipotesi che se il cervello era diventato più complesso, con la corteccia cresciuta sopra strutture sottocorticali preposte a differenti funzioni, dovevano esservi delle precise localizzazioni delle diverse funzioni cerebrali, comprese quelle evolutivamente più recenti, cioè quelle mentali. Ma già fra il 1870 e il 1875 il grande fisiologo, psicologo e neurologo inglese David Ferrier costruì mappe motorie più accurate, sempre attraverso esperimenti sui cani, e dimostrò che lesioni specifiche della corteccia negli stessi siti stimolati provocavano la paralisi di quei movimenti (*The Functions of the Brain*, 1876). In questo modo egli stabilì il concetto che le due cortecce motoria e sensoriale primarie sono organizzate in base a una corrispondenza fra corteccia e diverse parti del corpo (mappe somatotopiche). È da notare che il gruppo di Giacomo Rizzolatti di Parma, scopritore dei neuroni a specchio, ha compiuto alla fine del secolo scorso esperimenti simili sulle scimmie, usando però stimolazioni molto più localizzate che hanno permesso di tracciare delle mappe motorie più precise e soprattutto di estendere la mappatura oltre le cortecce primarie<sup>5</sup>.

Negli ultimi decenni del XIX secolo, gli studi sulle funzioni mentali divennero parte della scienza sperimentale grazie a Wilhelm Wundt e James Williams<sup>6</sup>, ma il fallimento della frenologia di Gall e dell'antropologia lombrosiana contribuirono a mantenere aperto il divario fra coloro che si occupavano del cervello come struttura preposta alle funzioni sensoriali e motorie (fisiologi e neurologi) e coloro che si occupavano delle funzioni mentali (psicologi). Questa distanza aumentò ulteriormente a causa dell'organizzazione delle discipline accademiche, sempre più distinte tra scienze della natura e discipline umanistiche, rimaste separate fino a oggi. Il dualismo filosofico di Cartesio, nel Seicento, pesava nell'Ottocento e pesa ancora sulla struttura del mondo accademico attuale.

<sup>4</sup> C. Darwin, *The Origin of Species by means of natural selection*, Murray, Londra 1859 (trad. it. *L'origine delle specie*, Bollati, Torino 1967); Id., *The Descent of Man and selection in relation to Sex*, Murray, Londra 1871 (trad. it. *L'origine dell'uomo e la scelta in rapporto col sesso*, UTET, Torino 1871); Id., *The expression of Emotions in Man and Animals*, Murray, Londra 1872).

<sup>5</sup> G. Rizzolatti, C. Sinigaglia, *So quel che fai; il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Raffaello Cortina, Milano 2006.

<sup>6</sup> E.G. Boring, *The History of Experimental Psychology*, Appleton-Century-Crofts, New York 1929; S. Finger, *Origins of Neuroscience; a History of explorations into Brain Functions*, Oxford University Press, New York-Oxford 1994.

## 2. Etica e applicazione della scienza sperimentale alla medicina sociale nell'Ottocento

La necessità di trattare pazienti con disturbi nervosi e con turbe di comportamento, anche criminali, fu sentita da molti studiosi nel corso del XIX secolo. Fra questi vi fu anche l'anatomico torinese Luigi Rolando, che già agli inizi dell'Ottocento riconobbe l'importanza degli emisferi cerebrali come siti principali dei disturbi del sonno, della demenza, dell'apoplezia, della mania e della melanconia. Tuttavia, malgrado lo sviluppo molto promettente della localizzazione di funzioni cerebrali e della correlazione anatomo-patologica in malattie e lesioni neurologiche, il divario fra cervello, mente e comportamento rimase incolmabile. Sin dagli inizi dello studio delle malattie mentali, la psichiatria (termine introdotto dal medico tedesco Johann Christian Reil nel 1808) si separò in due filoni, quello della psichiatria somatica, «organica» o «biologica», che ricercava le cause fisiche dei disturbi mentali, e la psichiatria funzionale o psicologica, che vedeva in queste patologie cause puramente psichiche. Nella seconda metà dell'Ottocento, l'apparente impossibilità di trovare un punto di contatto fra queste due concezioni spinse sia Freud, sia Lombroso a cercare una via d'uscita, ma in direzioni completamente opposte.

Sigmund Freud iniziò la sua carriera come neurologo clinico. Come molti giovani clinici cercò le basi fisiche dei problemi clinici nel campo della neurologia, con lo studio delle cellule nervose<sup>7</sup>. Fra l'altro, egli fu il primo a introdurre l'uso del cloruro d'oro per impregnare le fibre nervose, proprio negli anni in cui ferveva il dibattito sulla struttura microscopica del sistema nervoso, fra la teoria del neurone di Ramon y Cajal e quella reticolare di Camillo Golgi, entrambi insigniti col premio Nobel nel 1906 – anche se in seguito si comprese che solo la teoria dello spagnolo era esatta<sup>8</sup>.

Pure la ricerca delle basi fisiche della funzione delle cellule nervose stava avanzando rapidamente, con la scoperta che l'«energia nervosa» era probabilmente di natura elettrica e chimica<sup>9</sup>. Ma per Freud il divario fra le cellule nervose e comportamento rimaneva troppo grande. Furono le sue osservazioni su problemi neurologici dei bambini, allora descritti come paralisi infantile, a portarlo a pensare che i disturbi psichiatrici nell'adulto derivassero dall'infanzia. Iniziava così un percorso che lo avrebbe portato ad abbandonare la strada anatomo-patologica e a fondare la grandiosa teoria della psicoanalisi.

Al contrario di quanto comunemente si crede, questa teoria era basa-

<sup>7</sup> L.C. Triarhou, M. del Cerro, *Freud's contributions to Neuroanatomy*, «Archives of Neurology», 1985, 42, pp. 282-87.

<sup>8</sup> E. Clarke, L.S. Jacyna, *Nineteen century origins of neuroscience concepts*, University of California Press, Berkeley 1987; Rapaport R., *Nerve endings. The discovery of the synapse*, New York-London, WW Norton & Company, New York-Londrea 2005.

<sup>9</sup> Boring, *The History of Experimental Psychology*, cit.

ta su un positivismo scientifico di fondo. Con questa teoria Freud affermò l'esistenza di processi e di forze psicologiche inconsci che, come avveniva per alcuni elementi della fisica di allora, pur non essendo direttamente osservabili e misurabili, dovevano essere ritenuti comunque reali. Il rischio che questa teoria potesse diventare una pseudoscienza era ed è reale, anche se il progetto ideale di Freud era quello di fondarla su una teoria scientifica del cervello.

Lombroso pensò che le sue osservazioni anatomiche sui criminali potessero rimpiazzare le spiegazioni tradizionali, da lui ritenute grossolane perché poco scientifiche, di colpevolezza puramente morale. La sua ipotesi sull'atavismo come spiegazione del comportamento criminale o comunque anomalo preludeva, senza saperlo, alla scoperta dei geni, e di conseguenza ai fattori genetici dello sviluppo e della funzione del cervello, e quindi anche del comportamento. L'atavismo come causa del comportamento criminale gli permise di proporre un trattamento dei criminali entro una prospettiva antropologica piuttosto che morale.

Il secolo precedente aveva già assistito al grande dibattito sulla riforma dei codici penali, amplificato dallo straordinario successo della denuncia di Cesare Beccaria, che giunse a maturazione nella legislazione della Francia repubblicana, anche se il rapporto fra morale, credenze religiose e diritto di limitare la libertà individuale con la punizione dei rei era ancora un problema aperto nell'Ottocento. La credenza che il diavolo potesse indurre azioni criminali era pienamente coerente con la religione cattolica. Il problema del libero arbitrio era tutt'altro che risolto; il dibattito teologico tra le diverse religioni cristiane si imperniava sulle spiegazioni circa il «mistero» del come si potesse avere contemporaneamente la predestinazione (da Agostino a Calvino) e la scelta di peccare o meno. La questione, *mutatis mutandis*, rimaneva anche nel positivismo scientifico, fra il determinismo assoluto di Laplace da un lato e il senso di libero arbitrio che era un punto fermo nell'ideologia borghese dall'altro. Solo alla fine dell'Ottocento, in fisica, con il matematico francese Poincaré si aprì una frattura al determinismo assoluto e si aprì la strada alla teoria del caos deterministico, che pone un'imprevedibilità anche nell'universo naturale<sup>10</sup>.

Lentamente, ma inesorabilmente, nel trattamento dei criminali iniziò a farsi strada l'idea che bisognasse partire da principi biologici e non più solo da dottrine morali, laiche o religiose. Con Lombroso apparve chiaro che se le cause delle azioni criminali andavano cercate nella biologia del cervello, ne consegue che oltre alla cura (nella maggior parte dei casi impossibile) si doveva pensare alla prevenzione. È su questo sfondo che la fine dell'Ottocento vide la nascita dell'eugenetica, con Francis Galton in primo piano. La scienza del miglioramento della specie umana prevedeva in-

<sup>10</sup> J. Gleick, *Chaos; Making a New Science*, Viking, New York 1987; P. Davies, *The Cosmic Blueprint*, Heinemann, Londra 1987; I. Stewart, *Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos*, Penguin, Londra 1989.

terventi medici e sociali, compresa la sterilizzazione dei criminali e la soppressione degli «incorreggibili», e molti paesi nel XX secolo applicarono ampiamente questi principi.

Inoltre, il problema della responsabilità o dell'irresponsabilità morale si collegò a una questione che andava assumendo una nuova veste nel corso dell'Ottocento, quella delle razze umane. La credenza che non solo ci fossero razze umane separate, ma che alcune fossero superiori ad altre era ancora ben cementata nella società occidentale ottocentesca. Per fare un solo esempio, John Beddoe, il fondatore e presidente del British Anthropological Institute e autore del libro *The Races of Man* nel 1862, ideò un «Indice di Negrescenza» sulla base della somiglianza dei crani degli irlandesi e di quelli dell'uomo preistorico di Cro-Magnon, scoperto nel 1868. Darwin, malgrado si fosse duramente opposto alla schiavitù, fu accusato poi da molti avversari dell'evoluzionismo, di aver dato origine al cosiddetto darwinismo sociale, visto come giustificazione ideologica dell'imperialismo e del mantenimento della schiavitù.

### 3. Dove va oggi la frenologia?

Malgrado il fatto che le frenologie di Gall e di Lombroso siano state ampiamente rigettate come pseudoscienze, l'idea che vi sia una corrispondenza fra ciò che capita nel cervello e le funzioni cerebrali e di conseguenza il comportamento, è ancora un punto fermo nella strategia delle neuroscienze. Sin dall'inizio del XX secolo il concetto di localizzazione cerebrale è stato pienamente accettato e negli anni Quaranta e Cinquanta è stato esteso alla corteccia umana dal neurochirurgo canadese Wilder Penfield. Il divario fra morfologia e funzione del cervello inizia a essere colmato con lo sviluppo della nuova disciplina, la neuroscienza, che emerse verso la fine degli anni Sessanta del secolo scorso, quando anatomia, fisiologia, biochimica, farmacologia, biofisica del sistema nervoso incominciarono a convergere, rompendo barriere concettuali, metodologiche e persino accademiche. Alcune discipline del sistema nervoso erano antecedenti alla nascita della neuroscienza, quali la neurologia, la psichiatria, la psicologia, la neurochirurgia e la neuropatologia. Il processo di integrazione di questi saperi in una scienza unificata che si occupa del funzionamento del cervello sta ancora avvenendo, con resistenze dovute più a interessi professionali che scientifici. D'altra parte, discipline inizialmente molto lontane dalle neuroscienze iniziano ad avvicinarsi ad esse: fra queste la psicologia evolutiva, l'antropologia culturale e settori umanistici come la narrativa, le arti visive e quelle musicali, la stessa economia.

L'imponente complessità del cervello, ben riconosciuta dal punto di vista fisico, è rimasta fino ad anni recenti preclusa a uno studio dettagliato. Da un lato l'enorme varietà delle connessioni fra miliardi di cellule nervose, che fornisce un numero di connessioni più che astronomico, rende la mappatura di tali relazioni ancora proibitiva; dall'altro lato, l'impossibilità,

caduta solo da pochi anni, di osservare cosa capita dentro il cervello vivente e cosciente ha condannato questo organo a essere trattato come una «scatola nera». È stato proprio il concetto di scatola nera che ha giustificato lo sviluppo del «comportamentismo» di Skinner negli anni Trenta del Novecento, accusato dai critici di asserire che conta solo ciò che entra e ciò che esce dal cervello, senza occuparsi di cosa capita dentro, e quindi di aver riproposto una concezione degli esseri umani come automi. Tuttavia Skinner, nel secondo dopoguerra, quando era professore a Harvard, sostenne con forza il concetto di libero arbitrio e la dignità dell'uomo. All'epoca, l'unico modo di leggere i segnali generati dal cervello era quello di registrare dall'esterno le onde elettriche emesse dal cervello (elettroencefalogramma o EEG), prodotte dal lavoro dei miliardi di neuroni. L'EEG è però un povero specchio di ciò che le cellule nervose si dicono fra loro. È come se si registrasse dallo spazio l'insieme collettivo delle onde elettromagnetiche di tutte le comunicazioni radio, televisive e telefoniche prodotte dagli esseri umani sulla terra: si osserverebbero oscillazioni diurne e con prevalenza in certe aree geografiche, ma questi dati poco ci direbbero sul contenuto delle conversazioni. Ecco perché non si possono leggere i pensieri da registrazioni di EEG.

Con il superamento del comportamentismo di Skinner, l'introspezione, unico metodo per ora valido per sapere cosa passa per la mente di una persona, è tornata a essere riconosciuta unanimemente come uno strumento essenziale, anche se molto delicato, per lo studio del rapporto fra stati del cervello e stati mentali.

In base all'ipotesi che il cervello e la mente siano in fondo la stessa cosa, o per lo meno che la mente sia una sorta di stato funzionale del cervello, ne consegue che a ogni stato mentale dovrebbe corrispondere uno stato fisico del cervello a livello microscopico o macroscopico che sia. Coerentemente con questa idea, è stato dimostrato recentemente come le tracce di memoria trovino un substrato chiaramente morfologico nei cambiamenti delle spine dendritiche in certi neuroni della corteccia. Persino il processo di apprendimento in un essere neurologicamente semplice come la lumaca marina *Aplysia Californica* è direttamente associato a cambiamenti molecolari e di microstrutture a livello delle terminazioni nervose dei neuroni. Ed è proprio grazie a questa scoperta che Eric Kandel ha ricevuto il premio Nobel per la Medicina nel 2000<sup>11</sup>.

#### La chimica del cervello

Non è da sorprendersi se quindi le molecole coinvolte nelle funzioni cerebrali siano diventate oggetto di attenzione come probabili mediatori di tutte le funzioni mentali e dei comportamenti umani. Per esempio la amine biogeniche, come la serotonina e la dopamina, trasmettitori in pochi ma im-

<sup>11</sup> E.C. Kandel, *In search of memory; the emergence of a new science of mind*, Norton, New York-Londra 2006.

portanti nuclei del cervello, sono parti di circuito coinvolte in una miriade di funzioni. Nella letteratura neuroscientifica si legge sempre più di frequente che alterazioni di queste sostanze nel cervello possono essere accompagnate a stati alterati di motivazione, attenzione, euforia, allucinazioni, paranoie, assuefazione ecc. Di conseguenza, si è iniziato a parlare in modo un po' semplicistico di sistemi dopaminergici, serotonergici, colinergici del cervello. Con la scoperta di molte altre molecole, quali i neuropeptidi che funzionano come trasmettitori assieme quelli classici (amine biogeniche e aminoacidi), il linguaggio chimico del cervello si è ampliato enormemente. Negli ultimi decenni il concetto di una nuova anatomia chimica basata sul codice chimico dei neuroni, concetto sviluppato inizialmente dal sottoscritto attraverso studi delle reti nervose dell'intestino<sup>12</sup>, ha aperto la strada a nuove mappe chimiche del cervello.

Il nocciolo della questione di come il cervello funziona e di come hanno origine le funzioni mentali non sta naturalmente di per sé nelle sostanze chimiche del cervello. Queste molecole si trovano e vengono usate in circuiti nervosi specifici, sottostanti a certe funzioni. È l'intero circuito a essere il substrato neuronale di una certa funzione, non il trasmettitore in sé. Quindi, l'idea che ci sia un unico «sistema dopaminergico», o di qualsiasi altro trasmettitore, è fundamentalmente errata. Ecco perché non basta di solito aggiungere dall'esterno una sostanza chimica sotto forma di neurofarmaco per risolvere la disfunzione di certi circuiti. La disfunzione, se dipende da qualche anomalia del trasmettitore, richiede una correzione dei processi che regolano la sintesi e l'uso del trasmettitore endogeno. Malgrado le speranze della farmacologia medica e delle case farmaceutiche, difficilmente un singolo neurofarmaco sarà mai risolutivo.

Ciononostante, è chiaro che molecole capaci di interferire direttamente o indirettamente con la dinamica molecolare dei trasmettitori nervosi, quando vengano introdotte dall'esterno, possono alterare le funzioni mentali in modo grave. La cocaina, la morfina o l'eroina, il tabacco, la marijuana, l'alcool, i farmaci psicotropici come l'LSD o l'ecstasy, con i loro effetti eclatanti sul comportamento e sugli stati mentali, agiscono certamente alterando la dinamica fisiologica dei trasmettitori endogeni. È interessante osservare che le sostanze esogene (cioè introdotte dall'esterno) assomigliano proprio a quelle prodotte dal cervello (endogene). Per esempio i neuropeptidi oppioidi sono una specie di morfina o eroina prodotte dal cervello stesso. Oggi sappiamo che il cervello produce una sua marijuana endogena, i cannabinoidi, e così pure avviene per tutte le altre sostanze con effetti sul comportamento e gli stati mentali.

La legislazione connessa all'uso sociale di tali sostanze richiederebbe dunque una maggior conoscenza del ruolo dei trasmettitori nervosi in diverse funzioni cerebrali di quanto non avvenga di solito. Le sostanze che

<sup>12</sup> M. Costa, J.B. Furness, I.L. Gibbins, *Chemical coding of enteric neurons*, «Progress in Brain Research» 1986, 68, pp. 217-39.

alterano gli stati mentali agendo sui trasmettitori nervosi sono state e sono ancora alla base di riti religiosi e culturali. Il movimento hippy degli anni Sessanta si basò proprio sull'uso di sostanze naturali o artificiali, come l'LSD, che potevano alterare gli stati mentali creando esperienze vivide a coloro che le usavano. Timothy O'Leary, professore ad Harvard prima di venirne cacciato, fu il «guru» indiscusso di questo movimento psichedelico, ma era stato il farmacologo Albert Hofmann negli anni Quaranta a scoprire gli effetti dell'LSD e la psilocibina, dando avvio all'interesse per le sostanze psichedeliche. Hofmann visse sino alla tarda età di 102 anni (è scomparso nel 2008) ed ebbe modo di denunciare il fatto che i farmaci psichedelici usati negli anni Cinquanta e Sessanta nella psicoterapia e nella ricerca sugli stati di coscienza fossero stati proibiti come reazione al movimento hippy<sup>13</sup>. Oggi, il campo della farmacologia degli stati di coscienza è ancora tutto da esplorare e sta riprendendosi, malgrado le difficoltà legali di sperimentazione ancora in vigore nella maggior parte dei paesi.

Le neuroscienze e il problema della coscienza

Da alcuni anni si è riaperto il tentativo di portare il problema della coscienza e dell'origine e natura delle decisioni umane all'interno delle scienze naturali. È significativo che un numero sempre maggiore di filosofi e di neuroscienziati dialoghino: per esempio, la rivista «Journal of Consciousness Studies» è già al 19° volume annuale, mentre il numero di libri che toccano il problema della coscienza dal punto di vista scientifico è ormai diventato così esteso che è impossibile fornire una bibliografia completa<sup>14</sup>.

Sotto questo punto di vista, il problema della coscienza si ridurrebbe alla scoperta del correlato nervoso (cioè fisico, elettrochimico) di un particolare stato mentale, ma si tratta di una questione tutt'altro che semplice, dato che occorrerebbe trovare una correlazione biunivoca fra eventi cerebrali altamente transeunti e gli stati mentali corrispettivi. La rivalità bi-

<sup>13</sup> M.A. Lee, B. Shalin, *Acid dreams; the complex social history of LSD, the CIA, the sixties and beyond*, Pan Books, Londra 1985; J. Stevens, *Storming Heaven; LSD and the American Dream*, Paladin, Atlantic Monthly Press, New York 1987.

<sup>14</sup> Citiamo solo alcuni lavori: B.J. Baars, *In the Theater of Consciousness*, Oxford University Press, New York-Oxford 1997; E. Barile, *Dare corpo alla mente; la relazione mente-corpo alla luce delle emozioni e dell'esperienza del sentire*, Bruno Mondadori, Milano 2007; S. Blackmore, *Consciousness; an introduction*, Hodder & Stoughton, Londra 2003; R. Carter, *Consciousness*, Weidenfeld & Nicolson, Londra 2002; P. Churchland, *Neurophilosophy; Toward a Unified Science of the Mind-Brain*, The MIT Press, Cambridge 1986; D.C. Dennett, *Consciousness Explained*, Allen Lane The Penguin Press, Londra 1992; J.-P. Changeux, *L'uomo di verità*, Feltrinelli, Milano 2003, ed. or. *L'homme de vérité*, Odile Jacob, Parigi 2002; A.R. Damasio, *The Feeling of What Happens. Body and emotion in the making of consciousness*, Heinemann, Londra 1999; C. Frith, *Making up the mind; how the brain creates our mental world*, Blackwell, Oxford 2007; S. Greenfield, *The private life of the Brain*, Allen Lane, Londra 2000; N. Humphrey, *How to solve the mind and body problem*, Imprint Academic, Thorverton-Bowling Green 2000; Kandel, *In search of memory*, cit.; J. Le Doux, *Synaptic self; how your brain becomes what you are*, Macmillan, Londra 2002; V.S. Ramachandran, *A brief tour of Human Consciousness; from impostor poodles to purple numbers*, Pi Press, New York 2004.

noculare è un buon esempio dei paradigmi sperimentali che dovrebbero permettere di identificare lo stato «fisico» e «mentale», allo stesso tempo, di una determinata esperienza. Chiunque abbia visto la figura del cubo geometrico di Necker avrà avuto la sensazione di vederlo, a momenti, da sotto e, in altri momenti, da sopra, come se il cervello, in mancanza di ulteriori indizi, alternasse l'interpretazione cosciente fra l'una e l'altra visione, senza mai riuscire a comporla simultaneamente. La possibilità di correlare eventi di attività nervosa nel cervello con le due esperienze distinte (quindi contando sull'introspezione), potrebbe portare alla scoperta del «neural correlate of consciousness» (ncc), ma alcuni filosofi di tempra critica ci ricordano che anche se si riuscisse a ottenere tale correlazione, questa non spiegherebbe ancora perché il soggetto umano dovrebbe avere l'esperienza di essere cosciente. Il problema, insomma, secondo il giovane filosofo David Chalmers che a soli 26 anni, nel 1996, gettò questo sasso nel laghetto apparentemente tranquillo delle neuroscienze, è «hard», cioè veramente difficile<sup>15</sup>. Pure lui, da allora, si è però unito a quei filosofi e neuroscienziati che cercano di spiegare in modo naturale questa straordinaria proprietà, ancora sfuggente, della materia cerebrale.

Lo sviluppo delle tecniche in grado di visualizzare lo stato funzionale del cervello, quali il PET scan, la fMRI e altre, ha permesso per la prima volta di «aprire» la cosiddetta «scatola nera» e di localizzare sempre meglio dove e quando qualche cosa capita nel cervello, correlandolo a particolari funzioni ed esperienze personali. Il Brain Imaging è diventata presto una metodologia che viene usata sempre più ampiamente per dare risposta a domande a cui si credeva non esistessero soluzioni. Per esempio, quali sono le parti del cervello che vengono usate per risolvere i problemi numerici, per decidere se fidarsi o meno di una transazione economica, per comporre brani musicali, per notare differenze nella percezione visiva, per immaginare il futuro, per risolvere un problema logico, per pensare in due lingue, per sviluppare sentimenti religiosi, per provare un senso di disgusto in rapporti sociali, o anche nell'avvertire dolore, nel sentirsi depressi o tristi, nell'essere ottimisti, soddisfatti o ossessionati da compulsioni e oppressi da paure, oppure per nutrire speranze. Questo ha dato origine alla «nuova frenologia», disciplina che naturalmente non manca di critici. Questa frenologia moderna si dibatte ancora fra coloro che prediligono l'idea di una localizzazione altamente specifica di funzioni e coloro che preferiscono considerare lo stato del cervello distribuito in diverse parti. Il divario però non è più assoluto: si accetta con alto consenso che un certo stato globale del cervello sostiene certi stati mentali, ma che allo stesso tempo piccolissimi gruppi di cellule nervose sono necessari a sostenere stati mentali specifici, come per esempio il riconoscimento di un viso particolare. La possibilità di registrare, attivare o disattivare piccole

<sup>15</sup> D.J. Chalmers, *The Conscious Mind: In search of a Fundamental Theory*, Oxford University Press, Oxford 1996.

aree del cervello e in parallelo sottomettere soggetti a sofisticati test psicologici sta aprendo nuovi orizzonti, impensabili solo alcuni decenni fa. Insomma, il progetto ambizioso di localizzazione delle funzioni mentali, ideato da Franz Gall due secoli fa, torna finalmente ad apparire fattibile.

#### 4. *Neuroscienze e comportamento*

La radice biologica del comportamento era stata messa in luce in modo convincente dal premio Nobel Konrad Lorenz<sup>16</sup>, pioniere del concetto che gli animali, in particolare quelli con maggiore ricchezza di comportamenti, posseggono circuiti nervosi che permettono loro comportamenti complessi, quasi automatici, selezionati durante l'evoluzione onde garantire la sopravvivenza della specie. Fra questi, i principali sono i complessi circuiti che assicurano la riproduzione e l'alimentazione. L'approccio evolutivo prende sempre più piede anche nello studio della natura della coscienza. L'assunto di partenza è che questa non è comparsa di colpo nell'evoluzione del sistema nervoso<sup>17</sup>. Se la coscienza è comparsa gradatamente nell'evoluzione, così è forse avvenuta pure per la libertà di azione, il cosiddetto libero arbitrio filosofico<sup>18</sup>.

Alcuni studiosi hanno affermato che la capacità di leggere le intenzioni di altri consimili è il motore essenziale per la comparsa del linguaggio e della coscienza stessa<sup>19</sup>. Nelle società di mammiferi avanzati la capacità di riconoscere i cosiddetti «imbroglianti», coloro cioè che ingannano gli altri per un vantaggio individuale, è stata posta alla base dell'evoluzione della morale pubblica. Ad esempio, nelle colonie di scimmie, alcune rubano il cibo o si accoppiano di nascosto con le femmine, ingannando il maschio

<sup>16</sup> K. Lorenz, *La scienza naturale dell'uomo. Il «Manoscritto russo»*, Mondadori, Milano 1993, ed. or. *Die Naturwissenschaft vom Menschen. Eine Einführung in die vergleichende Verhaltensforschung. Das «Russische Manuskript»*, Piper, Monaco-Zurigo 1992

<sup>17</sup> R. Byrne, *The Thinking Ape; Evolutionary Origins of Intelligence*, Oxford University Press, Oxford 1995; W. Calvin, *A brain for all seasons; human evolution and abrupt climate change*, Chicago University Press, Chicago-Londra 2002; M.C. Corballis, *The Lopsided Ape; Evolution of the Generative Mind*, Oxford University Press, New York 1991; F.B. de Waal, *Three of origin; what primate behavior can tell us about human social evolution*, Harvard University Press, Cambridge 2002; T.W. Deacon, *The Symbolic Species; The Co-evolution of Language and the Brain*, Allen Lane, Londra 1997; D.C. Dennett, *Darwin's Dangerous Idea; Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, New York-Londra 1995; Id., *Freedom evolves*, Viking, New York 2003; M. Donald, *A mind so rare; the evolution of human consciousness*, WW Norton, New York-Londra 2001; N. Humphrey, *A history of the mind; evolution and the birth of consciousness*, Simon & Schuster, New York 1992; J. Jaynes, *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*, Houghton Mifflin, Boston 1976; E.M. Macphail, *The evolution of consciousness*, Oxford University Press, Oxford 1998; J. Maynard Smith, E. Szathmary, *The origins of life: from the birth of science to the origin of language*, Oxford University Press, Oxford 2000; R. Ornstein, *The Evolution of Consciousness; Of Darwin, Freud and Cranial Fire: The Origins of the Way We Think*, Simon & Schuster, New York 1992.

<sup>18</sup> Dennett, *Freedom evolves*, cit.

<sup>19</sup> R. Dunbar, *Human story. A new history of mankind's evolution*, Faber and Faber, Londra 2004 (*La scimmia pensante. Storia dell'evoluzione umana*, Il Mulino, Bologna 2009).

dominante. La capacità di ingannare va di pari passo nello sviluppo dei bambini con la capacità di fingere e simulare, che compare verso i tre o quattro anni di età. A questi processi si attribuisce la ragione della comparsa della coscienza di sé e degli altri, che viene anche indicata con l'acronimo ToM (Theory of Mind).

Il prevedere il comportamento altrui è una caratteristica biologica molto diffusa ed espressa sotto forma di «lettura» di comportamenti a volte molto sottili, come le espressioni del viso, i piccoli gesti e così via, che vengono interpretati. Darwin non solo aveva notato lo stretto rapporto delle emozioni con le espressioni del viso, ma aveva pure colto le straordinarie somiglianze di questi comportamenti quasi inconsci anche negli animali<sup>20</sup>. Il suo lavoro ha anticipato di almeno cento anni gli studi moderni sull'evoluzione delle emozioni.

Anche le religioni si sono occupate del problema di come leggere le intenzioni, soprattutto quelle malevoli o comunque peccaminose. Forse la religione cattolica lo ha fatto in modo più esplicito di tutte, cercando di far confessare non solo i peccati compiuti ma anche quelli pensati. Questo richiede la confessione delle proprie intenzioni o di pensieri e motivazioni cattive a un intermediario, cioè un prete che ascolta la confessione, e che distribuisce la punizione e l'assoluzione allo stesso tempo. Il protestantesimo, avendo rimosso questo gradino intermedio fra peccatore e Dio, ha eliminato il giudizio e la punizione delle intenzioni.

Non solo il comportamento umano e la moralità rientrano oramai legittimamente nel campo delle neuroscienze, con studi sul ruolo di comportamenti «moralì» nell'adattamento delle specie<sup>21</sup>, ma persino le religioni stesse vengono studiate legittimamente attraverso un'ottica evolutiva delle funzioni del cervello<sup>22</sup>.

La ricerca delle basi neuronali che permettono di capire le azioni altrui e di sviluppare quindi una coscienza di sé e degli altri, ricevette un impulso inaspettato ed eclatante dai lavori compiuti negli anni Novanta del Novecento del gruppo di neurofisiologi dell'Università di Parma guidati da Giacomo Rizzolatti. Durante gli studi condotti sul sistema di coordinamento motorio e visivo delle scimmie, essi scoprirono che in certe zone della corteccia prenotoria alcuni neuroni diventavano attivi non solo quando la scimmia eseguiva certi movimenti, ma anche quando questa osservava al-

<sup>20</sup> Darwin, *The expression of Emotions in Man and Animals*, 1872.

<sup>21</sup> F.B.M. de Waal, *Three of origin*, cit.; L.D. Katz, *Evolutionary origins of morality; cross disciplinary perspectives*, Imprint Academic, Thorverton 2000.

<sup>22</sup> C.R. Albright, J.B. Ashbrook, *Where God lives in the Human Brain*, Sourcebooks Inc., 2001; M. Alper, *The «God» part of the Brain. A scientific interpretation of Human Spirituality and God*, Rogue Press New York 2001; J.H. Austin, *Zen and the brain; towards an understanding of meditation and consciousness*, MIT Press, Cambridge-Londra 1998; E. Boncinelli, *Il cervello, la mente e l'anima*, Mondadori, Milano 1999; Dennett, *Breaking the spell*, cit.; R. Joseph, *NeuroTheology; Brain Science and Spirituality, Religious Experience*, California University Press, San José 2002; A. Newberg, E. D'Aquili, *Why God want go away; brain science & the biology of belief*, Ballantine books, New York 2001.

tre scimmie eseguire azioni simili. Questi neuroni vennero chiamati neuroni a specchio, quasi a indicare un rispecchiarsi fisicamente dell'individuo nelle azioni degli altri. La scoperta dei neuroni a specchio<sup>23</sup> ha rinnovato la speranza che si possano davvero leggere le intenzioni a monte dell'azione, leggendo le attività dei neuroni preposti alla pianificazione dell'azione stessa. Sistemi di neuroni che si comportano in modo simile sono stati anche scoperti nell'essere umano e in diverse parti del cervello; per questo oggi si parla di sistemi di neuroni a specchio, ai quali vengono attribuite funzioni essenziali per la vita sociale, compreso il senso di empatia<sup>24</sup>. Queste scoperte, con lo studio dei disturbi dei sistemi a specchio, potrebbero portare benefici molto grandi per la medicina e per la società, e giustificerebbero ampiamente un nuovo Nobel italiano.

L'uso di immagini cerebrali per stabilire lo stato d'animo di una persona potrebbe essere visto come una versione più moderna della famosa ma screditata macchina della verità (il cosiddetto poligrafo), basata sulla misurazione delle impercettibili variazioni di sudorazione che si credeva accompagnassero lo stato mentale di chi dice il falso. Malgrado la mancanza di basi scientifiche serie, la macchina della verità è tutt'ora in uso in alcuni stati degli USA. Le immagini di attività cerebrale sono certamente ancora completamente inadatte a questo uso, ma il campo della neuroetica si pone già il quesito di come applicare in modo etico questi metodi di immagini cerebrali per un uso pubblico.

Il riuscire a leggere l'intenzione alla base dell'azione ha tuttavia aspetti meno sinistri. La possibilità di estrarre dalla corteccia premotoria le informazioni di quali movimenti si vogliono fare permetterebbe a pazienti con paralisi motorie di riacquistare il controllo volontario sugli arti. Queste protesi neurali sono oramai alla portata della tecnologia attuale. Esperimenti del genere vengono compiuti con successo in animali e iniziano a essere condotti anche sui pazienti. La conoscenza di come decodificare i segnali nervosi premotori, dà però anche la possibilità di imporli dall'esterno. Quando i primi esperimenti di guida artificiale di ratti mediante stimolazione di centri premotori furono pubblicati, venne sollevata la questione se fosse eticamente lecito interferire con la volontà di un individuo. Questo ci riporta al problema più generale della natura del rapporto fra cervello e mente, e delle cause mentali del comportamento, problema antico e ancora carico di antiche influenze di filosofie e teologie.

##### *5. Da dove nasce l'intenzione ad agire? Dal problema della volontà e del libero arbitrio alla scienza della decisione*

Lo studio delle localizzazioni cerebrali ci ha dato nell'Ottocento le mappe della corteccia motoria, con una forma che ricorda un piccolo essere uma-

<sup>23</sup> Rizzolatti, Sinigaglia, *So quel che fai*, cit.

<sup>24</sup> M. Iacoboni, *Mirroring people; the new science of how we connect with others*, Farrar, Straus and Giroux, New York 2008.

no (*homunculus*), poi più recentemente quelle premotorie (altrettanti *homunculi*). Si potrebbe proseguire oltre a cercare l'*homunculus* primario, il *primum movens* dell'essere umano, il sito dell'io che agisce, il sito insomma della volontà e forse del libero arbitrio.

Il processo filosofico per evitare questa ricerca a ritroso *ad infinitum*, e quindi fallace, è iniziato ai primi del XIX secolo, quando Schopenhauer scrisse un breve trattato sulla natura della volontà, in cui espresse un concetto fondamentale: «siamo liberi di fare quello che vogliamo, ma non siamo liberi di volere fare quello che vogliamo»<sup>25</sup>.

Salvo qualche dualista cartesiano imperterrito, la maggior parte dei filosofi e dei neuroscienziati oggi accetta che la risposta va cercata nella struttura funzionale del cervello, naturalmente con il corpo a esso attaccato, piuttosto che in qualche influenza esterna misteriosa e immateriale.

Le limitazioni metodologiche alla possibilità di localizzare con sufficiente precisione eventi cerebrali in individui coscienti hanno fatto rinviare fino ad anni recenti lo studio neuroscientifico della volontà, di come cioè gli esseri umani prendono le decisioni, che è stato lasciato ai filosofi e agli psicologi. Il problema del libero arbitrio è ancora aperto e la discussione fra filosofi e neuroscienziati è vivace. Il problema è talmente pregnante di potenziali conseguenze per l'umanità da indurre i creazionisti, che si basano sul concetto di «disegno intelligente», a riportare la diatriba nuovamente sul problema del libero arbitrio e dell'unicità dell'anima umana. Come nel secolo scorso per i primi studi sull'evoluzione dell'uomo, gli studi delle neuroscienze sulle azioni umane vengono tacciati di immoralità dai religiosi di stampo fondamentalista, in quanto questi studi minano il senso sacro e quindi intoccabile dell'«anima».

Da un'ottica obbiettiva, ciò che accade dentro il cervello quando si ha la sensazione di volere qualche cosa, è indubbiamente codificato dalle attività, per quanto complesse, di certi neuroni. Se anche noi come soggetti siamo parte di un tale sistema fisico, allora il senso di essere liberi è più probabilmente un'illusione soggettiva che una vera e propria liberazione dalle leggi fisiche naturali. Diversi ricercatori e filosofi dopo Schopenhauer hanno sviluppato l'idea che il senso di libero arbitrio sia un'illusione<sup>26</sup>. Il tutto nacque dai lavori – diventati ormai dei classici – di Benjamin Libet, un neurofisiologo scomparso da poco, che studiò i tempi relativi che correlano il senso di voler iniziare coscientemente un piccolo movimento con l'attività della corteccia motoria corrispondente. Con sua grande sorpresa, egli osservò che l'attività nervosa iniziava quasi mezzo secondo prima di quando il soggetto fosse cosciente di voler iniziare il movimento<sup>27</sup>. È come se la vo-

<sup>25</sup> A. Schopenhauer, *La Libertà del volere umano*, Laterza, Roma-Bari 2001<sup>5</sup>.

<sup>26</sup> Nørretranders, T., *The User Illusion. Cutting Consciousness Down to Size*, Penguin Books, Londra 1999; Wegner, D.M. 2002, *The illusion of the conscious will*, MIT Press, Cambridge (Mass.)-Londra 2000.

<sup>27</sup> Libet, B., *Mind Time: il fattore temporale nella coscienza*, Raffaello Cortina, Milano 2007.

lontà di muoversi fosse sempre in ritardo rispetto al cervello. A dimostrare che prima viene il fatto fisico e poi quello mentale. Prima l'azione, poi il pensiero. Un vero capovolgimento storico dal dualismo cartesiano! Questa scoperta venne vista da molti come la conferma che il libero arbitrio non esiste e che quindi il senso di essere liberi deve essere un'illusione<sup>28</sup>. La sfida è ora quella di come interpretare i risultati, ormai comprovati, delle ricerche di Libet.

Il concetto che il mondo sia solo un'illusione, concetto ben espresso dal Calderón de la Barca nella sua opera *La vita è sogno* e più seriamente dal filosofo Berkeley, può intimorire. Tuttavia non bisogna dimenticare che si insegna ormai agli studenti di medicina e di neuroscienze che il senso di realtà immediata, cioè di un mondo reale pieno di oggetti fuori di noi, viene «costruito» continuamente dal cervello, attraverso una miriade di input sensoriali e motori che vengono legati (*sensory binding*), cioè integrati, in modo completamente automatico senza che noi ce ne rendiamo minimamente conto. Da qui nasce l'impressione che la nostra esperienza immediata sia quella del vero mondo reale. E il tutto, come si direbbe oggi in gergo digitale, in tempo reale!

Si può dunque sostenere che la realtà, in un certo senso, viene costruita dal cervello, ed è un'illusione. Ma è un'illusione particolare. Quando si è svegli e coscienti i segnali (variazioni di energie fisiche trasformate in segnali nervosi sensoriali) vengono dall'esterno e corrispondono a oggetti e a fenomeni reali, e quindi sono un buono specchio della realtà. L'esperienza costruita in tal modo è quindi certamente un'illusione costruita dal cervello, ma è strettamente accoppiata al mondo esterno reale. Se però i segnali esterni non corrispondono a qualcosa di reale, o vengono generati internamente al cervello stesso (come nei sogni), allora l'esperienza costruita rimane veramente illusoria. È dunque l'accoppiamento stretto fra esperienza interna e il continuo arrivo di segnali esterni ciò che ci permette di rispondere all'ambiente (movimenti e azioni) in modo coerente con le leggi fisiche del mondo e quindi di distinguere normalmente fra realtà e illusione. In questo senso, i ricercatori e i filosofi che hanno svelato l'aspetto illusorio della volontà forse hanno semplicemente svelato l'aspetto costruttivo della volontà, il cui valore biologico dovrà essere studiato più a fondo in futuro.

#### 6. Azione e responsabilità

Queste scoperte, come cambiano il concetto di responsabilità delle nostre azioni? Potremo asserire di agire come automi, senza quindi alcuna responsabilità? Dopotutto, la capacità di agire richiede soprattutto la capacità di correggere l'azione, ma in certo senso, secondo Libet, non prima

<sup>28</sup> Libet, B., A. Freeman, et al., *The volitional Brain: towards a science of free will*, Imprint academic, Thorverton 1999.

che sia iniziata da una frazione di secondo. Malgrado questo ritardo, solo in pochissimi casi particolari questo renderebbe l'intervento di correzione troppo lento.

La nostra libertà dunque rimane, nel senso che siamo in grado di bloccare o alterare un comportamento, magari appena dopo che è iniziato, ma prima che ne derivino conseguenze disastrose. Questo è quanto conta per la sopravvivenza. Il senso di possedere questo libero arbitrio forse permette di pianificare molto meglio il futuro e correggere gli errori passati. Questo potrebbe essere il vantaggio evolutivo del senso soggettivo di libero arbitrio. Ma certamente sarebbe ormai un grossolano errore filosofico sostenere che la mente in qualche modo stia fuori del cervello e che «agisca» prima degli eventi nervosi del cervello. Il «libero arbitrio neuroscientifico», un concetto che propongo qui per la prima volta, sta dunque nel cervello, e i suoi processi, ancora misteriosi, vanno cercato dentro di noi.

È in questa nuova ottica che si devono vedere gli studi classificati sotto il titolo di «scienza della decisione»<sup>29</sup>. Dato che fra i primi studi vi furono quelli sulle scelte di transazioni simili a quelle in economia, con valutazione di vantaggi e rischi, questo campo di ricerca viene anche oggi indicato come «neuroeconomics». Non a caso il possibile impatto di queste ricerche sulle teorie economiche viene ampiamente riconosciuto. Se ciò porterà a migliorare le teorie economiche è ancora da vedersi; sta di fatto che un numero sempre maggiore di economisti (fra cui diversi recenti premi Nobel), si occupano più di psicologia umana che di teorie economiche.

### 7. *Le cause del comportamento dopo Lombroso*

#### Aggressività e violenza

L'aggressività, spesso associata alla violenza, viene vista dagli studiosi del comportamento animale come un fenomeno naturale nella vita degli organismi viventi<sup>30</sup>. Mentre nell'Ottocento si tendeva a vedere la violenza umana come una manifestazione degenerativa (secondo varie teorie, tra cui quella atavistica di Lombroso), negli ultimi decenni appare chiaro che la violenza non è solo prodotta da comportamenti aggressivi primitivi, ma permea molti comportamenti umani come quelli di altri animali.

La violenza fisica è prevalentemente prodotta dai maschi giovani in un'età compresa fra l'adolescenza e la maturità. Questo fa immediatamente pensare che esista una semplice correlazione biologica fra maturità sessuale dei maschi e tendenza alla violenza. Che durante lo sviluppo, il cervello, sin dalla vita fetale, possa essere indirizzato a diventare maschile o femminile è ben stabilito. Il ruolo del testosterone e altre sostanze circolanti nella maturazione del cervello è oggetto di numerosi studi. L'effetto

<sup>29</sup> A. Berthoz, *La scienza della decisione*, Codice, Torino 2004, ed. or. *La décision*, Odile Jacob, Parigi 2003.

<sup>30</sup> K. Lorenz, *L'aggressività*, Il Saggiatore, Milano 1969<sup>3</sup>, ed. or., *Das sogenannte Böse, Zur Naturgeschichte der Aggression*, G. Borotha-Schoeller, Vienna 1963.

sul cosiddetto cervello sociale (cfr. oltre) non è sorprendente, essendo dimostrato nei mammiferi un nesso fra l'emergenza di maschi dominanti e la violenza. Forse non a caso la violenza familiare è in prevalenza del maschio sulla donna. E forse non è a caso che quando questa forma di violenza la si ritrova anche in certe società, come il caso estremo, ma non unico nella storia, dei Talebani, che interpretano il Corano in modo completamente inusuale per giustificare la completa sottomissione delle donne. Da notare che il movimento femminista è relativamente recente ed è limitato a quelle società dove l'uguaglianza era stata affermata come principio da alcuni secoli.

Cosa c'entra tutto ciò con il cervello? I circuiti nervosi che controllano la riproduzione nei mammiferi si sono evoluti per preservare le specie; sono quindi potenti e difficilmente gli individui possono sottrarsi alla loro azione. Nessuno mette in dubbio l'idea che il cosiddetto istinto sessuale sia ben cementato nei circuiti del cervello. Non dovremmo sorprendersi se una parte di questi circuiti fossero coinvolti nel tentativo di affermare la dominanza fra maschi in concorrenza, con manifestazioni di violenza verso i consimili. Nelle scimmie antropomorfe e negli ominidi questi circuiti sono resi ancora più complessi dalla necessità di controllare e guidare non solo l'attrazione sessuale primaria per facilitare la riproduzione, ma anche di garantire comportamenti ed emozioni atte ad assicurare la cura dei piccoli, relativamente meno maturi rispetto ai mammiferi più primitivi. Quindi, ecco che l'amore materno e l'attaccamento reciproco di ambedue genitori diventa un fattore sempre più importante per le società umane.

La scoperta che le sostanze che stanno fra gli ormoni e i trasmettitori nervosi, come l'ossitocina, hanno un ruolo fondamentale nel facilitare, oltre il parto e l'allattamento, anche l'attaccamento materno, getta una luce sulle basi neurali dei comportamenti sociali descritti sopra. Il sentimento di assoluta fiducia necessario per un rapporto fra genitori e figli, diventa poi fonte di analoghi sentimenti in altre transazioni sociali e coinvolge ancora l'ossitocina come mediatore chimico nel cervello. Persino nelle transazioni economiche il grado di fiducia viene modulato dall'ossitocina.

Se il comportamento individuale e sociale dipende in modo così sensibile da quantità minuscole di mediatori chimici del cervello, l'ipotesi che comportamenti criminali e violenti possano essere dovuti a carenze o comunque disfunzioni dei trasmettitori nervosi acquista una credibilità scientifica. La scoperta in individui predisposti alla violenza di alterazioni negli enzimi che controllano la serotonina, conferma che su questa strada la ricerca è appena agli inizi. Anche per queste spiegazioni «chimiche» del comportamento si riapre il quesito della responsabilità dell'individuo. Ogni criminale potrebbe sostenere che le sue azioni sono dovute al cocktail di sostanze chimiche, i trasmettitori nervosi, che determinano le sue azioni. Essere sotto l'effetto delle sostanze chimiche endogene che agiscono sul cervello è diverso dal trovarsi sotto l'effetto di sostanze esogene si-

mili? Dopo tutto la serotonina assomiglia chimicamente all'LSD e alla psilocibina e agisce con meccanismi simili. La giustizia è piena di esempi in cui all'accusato, avendo commesso un crimine sotto l'influenza di varie sostanze (alcol, farmaci, medicine ecc.), vengono riconosciute delle attenuanti.

#### Cause genetiche di violenza

L'idea che l'eccesso di cromosomi maschili sia una delle cause di violenza fu sollevata dal caso del criminale Richard Speck a Chicago nel 1966. Si scoprì che egli era dotato di un eccesso di cromosomi Y (quindi geneticamente YYX) e si è pensato che l'eccesso di cromosomi maschili portasse più di frequente alla violenza fisica. Solo nel 1999 è stato dimostrato che questa ipotesi è falsa. Il genoma umano offre ora molte possibilità di studi sulle cause genetiche della violenza, ma i problemi etici e legali connessi sono a dir poco giganteschi.

La ridotta responsabilità di ritardati mentali, molti dei quali sono tali su base genetica, è ben accettata nella criminologia. La semplice correlazione fra geni e comportamento si sta però superando. Come dice Robert Sapolski, professore di neuroscienza alla Stanford University, una sequenza di DNA (un gene) non produce un comportamento, un'emozione o neppure un pensiero passeggero. Produce solo una proteina. Con questo egli ci ricorda che per passare dalla sintesi di proteine, anche se determinate dai geni, al comportamento si richiedono molti processi intermedi che vanno dal livello molecolare al comportamento sociale. Sono cioè fenomeni emergenti ben oltre il semplice determinismo genetico.

#### Il cervello sociale

L'evoluzione del cervello nei mammiferi mostra un aumento sproporzionato del volume dei lobi frontali in parallelo con l'aumento della complessità della vita sociale. Lo sviluppo della coscienza e la maggior complessità della vita sociale dunque sembrano andare di pari passo. Molti studi mostrano che una gran parte del cervello, soprattutto dei lobi frontali, è dedicata alla vita sociale. Fu Leonardo Bianchi (1922) a sostenere per primo il ruolo importante dei lobi frontali nelle funzioni sociali. I recenti studi sulla funzione sociale del cervello stanno creando un «neuroscienza sociale», e i lobi frontali vengono indicati come il «cervello sociale». Nuove riviste vengono pubblicate esclusivamente su questo argomento. I circuiti dei lobi frontali, oltre che a pianificare le azioni, sono preposti alle più delicate forme di interazione umana, soprattutto durante lo sviluppo dei rapporti familiari e sociali. I circuiti nervosi preposti a queste funzioni non sono solo controllati dai programmi genetici, ma sono anche modificati profondamente da esperienze di natura sociale. Che le esperienze, soprattutto quelle negative dei bimbi dopo la nascita, influenzino la maturazione del cervello e quindi futuri comportamenti non è più messo in discussione.

## Cause fisiche di violenza

L'idea di Lombroso di considerare lo stato del cervello nel giudicare i criminali è ancora valida al giorno d'oggi, anche se non può più essere basata su una frenologia pseudoscientifica. Per esempio John Hickley, che attentò alla vita di Ronald Reagan, fu mandato all'ospedale psichiatrico invece che in prigione perché la difesa dimostrò che aveva una «atrofia del cervello». L'origine della violenza come causa di crimine è tuttora soggetto di ricerca nell'antropologia criminale. Si continua a cercare di spiegare un'azione criminale prima di tutto sulla base di una lesione macroscopica del cervello. Gli studi condotti con il «brain imaging» sui criminali violenti hanno dimostrato una buona correlazione con le lesioni dei lobi frontali (vedi Pincus, 2002).

8. *I criminali di violenza sono multifattoriali e hanno cause biologiche e sociali*

Questo breve *excursus* mette in luce l'aspetto multifattoriale dei criminali violenti, che sono caratterizzati da diversi tratti in comune, quali un'infanzia violenta, gli abusi in famiglia, l'alcolismo e le lesioni cerebrali<sup>31</sup>. Il cervello viene scolpito dalle esperienze e dagli avvenimenti della vita. Il Post-Traumatic Stress Disorder è un esempio di tracce che permangono a lungo tempo dopo avvenimenti traumatici. Similmente, l'impatto negativo della privazione di attenzioni materne o di altri adulti nei primi anni di vita sul comportamento sociale successivo è ben documentato. La povertà e la malnutrizione hanno un effetto negativo sul cervello. L'esposizione del feto all'alcol materno, produce la ben nota Sindrome Fetale Alcolica, con effetti disastrosi.

Sembra quindi chiaro che d'ora in poi non si potrà più attribuire alle azioni umane singole cause, comprese quelle criminali. Tuttavia il riconoscimento di questa complessità rende molto più difficile districare i diversi fattori delle azioni criminali. L'antropologo criminale moderno deve prendere in prestito le metodologie utilizzate da scienze naturali quali la biologia, l'antropologia e la neuroscienza (che ora comprende in modo ampio anche la psichiatria e la psicologia), oltre che la sociologia.

L'influenza dell'ambiente sociale sulla violenza è dimostrato dalle inaudite violenze collettive, giustificate da ideologie politiche aberranti, avvenute nel secolo scorso, come quelle perpetrate durante il regime nazista, quello stalinista o quello di Pol-Pot. Le ragioni del partecipazione di decine di migliaia di persone a questi crimini sono oggetto di dibattito da parte degli storici, ma per quanto riguarda il nostro discorso genocidi e stermini dimostrano che comportamenti violenti possono innescarsi anche in società altrimenti «civili» e trovare la partecipazione attiva di persone nate in famiglie perbene. Inoltre, i criminali senza apparente violenza, come

<sup>31</sup> J.H. Pincus, *Base instincts; what makes killers kill?*, WW Norton, New York 2001.

quelli del mondo della finanza, estendono ulteriormente il concetto di «comportamento criminale».

Il ponte che permette di unificare aspetti così diversi nello studio del comportamento umano sia normale che criminale, è chiaramente lo studio del cervello.

La recente estensione del campo d'indagine della neuroscienza al cervello sociale rappresenta l'opportunità più promettente di collegare il mondo personale interno della coscienza umana con quello esterno della vita culturale e sociale. Forse la distinzione, fra biologia e sociologia non è più necessaria, malgrado gli ampi timori espressi da molti quando, nel 1975, la sociobiologia fu proposta da Edgar Wilson<sup>32</sup>. Il considerare noi esseri umani come un prodotto naturale sia di influenze biologiche (*nature*), sia di quelle culturali e sociali (*nurture*), ci permetterebbe di superare molti ostacoli creati da noi stessi<sup>33</sup>.

### 9. Interventi sul crimine dopo Lombroso

Quando Lombroso si chiedeva «se è giusto considerare che la radice di certi mali non si sopprime con la morte di pochi malvagi», poneva il quesito profondo se si dovesse prevenire piuttosto che reprimere il crimine.

#### Eugenetica moderna

La speranza di Francis Galton, nell'introdurre nel 1883 la *eugenics* era di sviluppare un programma di pianificazione e razionalizzazione della riproduzione umana, con il fine di migliorare biologicamente la specie. Come descritto in dettaglio in altri capitoli, mentre gli statunitensi sostenevano la pena di morte come metodo di eugenetica, Morselli, allievo di Lombroso, sosteneva al congresso di New York nel 1923 un'eugenetica basata su programmi di medicina sociale, più che sull'eutanasia di stato. Ma fu proprio con l'avvallo di questa nuova disciplina che sono stati compiuti alcuni fra i crimini collettivi più orribili del secolo scorso. È interessante che inizialmente l'eugenetica venne sostenuta da molte personalità di rilievo come ad esempio H.G. Wells, Woodrow Wilson, Theodore Roosevelt, George Bernard Shaw, Émile Zola, John Maynard Keynes, Margaret Sanger e Winston Churchill. Anche diversi scienziati operavano all'interno di visioni sociali fortemente reazionarie. Henry Goddard, uno scienziato statunitense sostenitore dell'eugenetica, sosteneva ancora negli anni Venti che i deboli di mente erano una forma regressiva o degenerata dell'essere umano, in cui riemergevano tratti primitivi. Il biologo Charles Davenport, direttore del famoso Carnegie Institution Station for the experimental evolution a Cold Spring Harbor, ai primi del Novecento riteneva che l'afflusso di popolazioni provenienti dal sud est europeo avrebbe tra-

<sup>32</sup> O.E. Wilson, *Sociobiology*, Harvard University Press, Cambridge 1975.

<sup>33</sup> M. Ridley, *Nature via Nurture; Genes, experience and what makes us human*, Fourth Estate, Londra 2003.

sformato velocemente gli americani in una popolazione più scura di pigmento, di piccola statura, irascibile e più soggetta ai crimini, come assassini, stupri, furti e alla promiscuità sessuale.

Di fatto, le prime legislazioni per la sterilizzazione dei «difettosi», vennero introdotte negli Stati Uniti d'America nel primo Novecento. Ben tre conferenze internazionali di Eugenetica erano state allora organizzate, nel 1912 a Londra e nel 1921 e 1932 a New York. Più tardi, fra gli anni Trenta e Quaranta, la sterilizzazione di pazienti con malattie mentali venne introdotta in diversi paesi, fra cui il Belgio, il Brasile, il Canada e la Svezia. La Germania nazista eliminò centinaia di migliaia di malati psichiatrici. Eppure la storia della eugenetica non è forse ancora finita. La possibilità che le conoscenze prodotte dallo studio del genoma umano sui fattori genetici dei comportamenti anormali possa indurre i governi a tentare di correggerli esiste e metterà la società futura a confronto con scelte estremamente difficili.

#### Interventi sul cervello per ridurre crimine e violenza

Il secolo scorso vide i primi tentativi di intervenire sul cervello per correggere alcuni comportamenti antisociali. Alla fine degli anni Trenta, il neurochirurgo portoghese Muniz scoprì empiricamente che lesioni chirurgiche di connessioni nervose dei lobi frontali riducevano fortemente la violenza incontrollata di alcuni individui. La lobotomia frontale, con ulteriori raffinamenti nel dopoguerra, venne ampiamente usata nel trattamento di pazienti affetti da violenza incontrollabile. Il rappacificarsi di questi pazienti andava però a scapito di altre funzioni mentali, per cui coloro che venivano sottoposti a lobotomia manifestavano perdite di concentrazione e soprattutto carenze di motivazione e di iniziativa. Alla luce degli studi del ruolo dei lobi frontali nei rapporti sociali questi effetti non sono più sorprendenti. Tuttavia, lesioni mirate di specifiche parti del cervello rimangono ancora una strada percorribile nella cura di certe malattie del cervello, comprese quelle «mentali». Nuove tecniche di radioterapia e il raffinamento della neurochirurgia rendono questo approccio meno invasivo, anche se il divario fra la psichiatria somatica e psichiatria psichica rimane vivo.

#### Terapie farmacologiche e psicoterapia

La scoperta delle basi neurochimiche del comportamento ha aperto un ventaglio molto ampio di possibili interventi sul comportamento umano. Innanzitutto, la disponibilità di forti sedativi ha ridotto il bisogno della psichirurgia per controllare gli episodi di violenza acuta. È certo che l'uso di neurofarmaci negli ultimi cinquanta anni ha contribuito a svuotare i manicomi. Le terapie farmacologiche rientrano nel filone cosiddetto somatico, in quanto sono strutture cerebrali fisiche quelle sulle quali agiscono i farmaci. Ma le loro azioni, pur manifestandosi a livello macroscopico come stati mentali globali o come comportamento, si effettuano a livello mole-

colare microscopico. Ecco dunque che il divario fra soma (cervello fisico) e psiche (mente) si incomincia a spostare su un problema di dimensione.

La discussione rimane attualissima circa l'uso legittimo della neurofarmacologia come alternativa all'uso di terapie di comunicazione in tutte le forme di psicoterapia, compresa la psicoanalisi. Il paradosso è che il prefisso «psico» di queste terapie, non è prova che l'interazione fra terapeuta e paziente avvenga attraverso mezzi non fisici (il parlare, i gesti sono eventi certamente fisici). Si suppone che l'intervento agisca a livello «psichico» solo perché sembra avere effetto direttamente sullo stato mentale, senza effetti intermedi sulla fisica o chimica del cervello. Ma questo non è affatto vero. L'effetto di una conversazione passa inevitabilmente attraverso l'apparato uditivo del soggetto che ascolta, con cellule nervose sensoriali che trasmettono segnali chimici al cervello, dentro il quale miriadi di altre cellule nervose, sempre attraverso segnali chimici, modificano lo stato globale del cervello associato poi allo stato mentale. L'immettere direttamente sostanze chimiche nel cervello difficilmente potrà generare stati mentali tanto efficacemente come la trasmissione linguistica. Ma tale immissione potrebbe essere più efficace nell'alterare tutto un panorama chimico del cervello, con conseguenze mentali. In qualche caso questo potrebbe essere desiderabile, ma in altri no. Il problema dunque non è più se una terapia sia più o meno preferibile all'altra secondo qualche principio astratto, ma se lo è su basi sperimentali.

Il divario aperto nell'Ottocento da Lombroso e da Freud è ancora incolmabile? Credo di no.

Il cerchio viene forse a chiudersi con l'unificazione del somatico, dello psichico e del sociale sotto l'egida della neuroscienza<sup>34</sup>. Il processo di unificazione ha compiuto un notevole passo in avanti nel 1977, quando lo psichiatra George L. Engel dell'Università di Rochester, in un articolo su «Science», propose che la medicina dovesse accettare ugualmente spiegazioni biologiche, psicologiche e sociali come cause delle malattie. Il modello chiamato «biopsicosociale» è da allora accolto dai medici, anche se, sotto questo modello che ha permesso a medici, psichiatri, psicologi e operatori sociali di lavorare assieme proficuamente, il divario sussiste. Tuttavia, è molto significativo che eminenti neuroscienziati si facciano oggi paladini del processo di completamento del progetto di Freud, per dare una veste scientifica alle teorie della mente e della psicoanalisi<sup>35</sup>.

#### 10. *Quale futuro?*

Il superamento completo del divario di cui si è discusso in questo saggio, impone di accettare l'idea che l'essere umano e così pure altri animali sia-

<sup>34</sup> L.J. Cozolino, *The Neuroscience of Psychotherapy*, WW Norton, New York 2002; M. Solms, O. Turnbull, *The Brain and the inner world; an introduction to the neuroscience of subjective experience*, Other Press, New York 2002.

<sup>35</sup> M. Solms, *Freud Returns*, «Scientific American», 2004, pp. 82-88.

no organizzati a molti livelli di complessità. Il cervello è in realtà costituito da anelli nervosi e circuiti che si sono sovrapposti durante lo sviluppo e l'evoluzione, fino a formare una gigantesca piramide complessa e gerarchica, dove le funzioni più semplici sottostanno a quelle maggiormente complesse, che a loro volta sostengono ed esprimono ciò che chiamiamo stati mentali.

La descrizione adeguata di tale organizzazione richiede metodi e concetti non ancora ben sviluppati, necessari per comprendere i processi di emergenza delle proprietà della materia nervosa, dalla semplice risposta riflessa alle attività mentali più alte. Una via promettente è quella della teoria dei sistemi, con gerarchie di livelli emergenti sovrapposti a formare edifici dinamici straordinariamente complessi. Forse anche il cervello umano<sup>36</sup> rientra in questa visione della fisica del complesso. Lo sviluppo di tale fisica del cervello rappresenta probabilmente un obiettivo degno delle nuove generazioni di ricercatori multidisciplinari.

Stretto è il sentiero fra l'immaginazione di ciò che non si vede ancora e la rigorosità dell'evidenza di ciò che c'è, evitando l'illusione di aver capito: andar quindi in punta di piedi verso l'ignoto, ma con la fiducia nelle capacità umane di un Lucrezio, quando ci lascia con il verso «lo sperimentare della mente alacre agli uomini avanzanti passo passo. Così gradatamente il tempo rivela ogni cosa e la ragione la innalza alle plaghe della luce»<sup>37</sup>.

#### Ringraziamenti

L'autore ringrazia Giorgio Costa, Giacomo Giacobini e Silvano Montaldo che, pur nella distanza e dei fusi orari attraverso i continenti, hanno migliorato notevolmente il manoscritto.

<sup>36</sup> Cfr. ad esempio, D. Hofstadter, *I Am a Strange Loop*, Basic books, New York 2007; F.J. Varela, E. Thompson, E. Rosch, *The embodied mind*, MIT Press, Cambridge-Londra 1991; C. Zimmer, *Soul made flesh; the discovery of the brain and how it changed the world*, Heinemann, Londra 2004.

<sup>37</sup> Lucrezio, *De Rerum Natura*, libro V.