
Guido Cimino

LA SPECIFICITÀ DELL'UMANO NELLA STORIA DELLE NEUROSCIENZE

1. Due aspetti della “razionalità” umana

Alla domanda radicale sull'uomo così come è stata riproposta dalla contemporanea antropologia filosofica (Chi è l'uomo? Qual è la sua peculiare *natura*? Cosa lo distingue *essenzialmente* dalle altre specie viventi? Qual è il suo posto e il suo destino nel mondo? ecc.), mi sembra che siano state date, nel corso della storia del pensiero occidentale, due ordini di risposte peraltro intrecciate tra loro. Da un lato, c'è stato il tentativo di identificare e distinguere l'essere umano per ciò che è in grado di compiere, per le sue attività e le sue opere, per la sua capacità – secondo la dottrina di Popper – di creare il *Mondo 3* dei contenuti di pensiero o prodotti della mente¹, cioè di costruire in senso lato una “cultura” e una “società”: linguaggio, scienza, tecnica, filosofia, arte, sistemi giuridici e politici, norme etiche e comportamentali, organizzazioni politiche, economiche e sociali, ecc. Dall'altro lato c'è stato lo sforzo di comprendere la “funzione” specifica e differenziale attraverso la quale l'uomo, diversamente dagli animali, è in grado di progettare e realizzare il mondo artificiale in cui vive e di agire sulla natura e sulla società, cioè di capire quali peculiari funzioni mentali e nervose possiede e utilizza per svolgere il suo compito e raggiungere i suoi scopi.

Il primo genere di risposte è quello prevalentemente dato dal pensiero filosofico. Già il mondo greco aveva nettamente separato l'uomo dagli animali definendolo, secondo genere prossimo e differenza specifica, come “animale razionale”. Questa definizione rimasta classica, più o meno esplicita nel pensiero di Platone, degli Stoici e di Aristotele, è stata trasmessa alla cultura medievale e ripetuta, con varie accezioni e sfumature del termine “ragione”, nella filosofia moderna e contemporanea. La “razionalità”, pertanto, sarebbe ciò che caratterizza peculiarmente l'uomo, ciò che identifica la sua natura o essenza; e i filosofi nelle varie epoche hanno cercato di esplicitare e chiarire cosa si debba intendere per “razionale”, declinandone i diversi aspetti e sottolineandone ora l'uno ora l'altro. Così, per un verso, la razionalità è stata variamente intesa come capacità di coscienza (il *cogito*

1 Cfr. J.C. Eccles/K.R. Popper, *The Self and Its Brain. An Argument for Interactionism*, Springer Verlag, Berlin-London-New York 1977; tr. it. *L'io e il suo cervello*, 3 voll., Armando, Roma 1981, vol. I.

di Descartes), di giudizio (Kant), di azione sociale e politica (Hobbes), di elaborazione simbolica e linguistica (Cassirer), di fabbricazione di artefatti (Bergson), ecc.: in definitiva come capacità cosciente di progettare e fare quel *quid novum* considerato come lo “stigma” che in modo specifico identifica la natura dell’uomo.

La razionalità, tuttavia, non è stata definita solo in base alla capacità di creare artefatti, sistemi culturali e sociali, non è stata connotata solamente in relazione al *Mondo 3*; ma è stata considerata anche una funzione, un processo psichico, ossia – secondo la tripartizione popperiana del reale – è stata identificata con il *Mondo 2* degli stati mentali². Essere “razionale” per l’uomo significa anche disporre e utilizzare quei particolari fenomeni solitamente denominati mentali o psichici, che comprendono non solo la ragione o pensiero in senso stretto, ma pure la percezione, la volizione, la memoria, l’immaginazione, il linguaggio, le passioni o emozioni, ecc., e che sono in qualche modo collegati al sistema nervoso.

Il secondo ordine di risposte al problema-uomo, allora, può essere dato dai risultati dell’indagine scientifica su questo genere di fenomeni: dal tentativo di identificarli, classificarli, rapportarli agli organi del corpo e del sistema nervoso, e di mostrare quali sono comuni agli animali e all’uomo e quali specifici di quest’ultimo. Interrogarsi sulla *natura* dell’essere umano comporta quindi – come del resto ha teorizzato la contemporanea antropologia filosofica – rivolgersi anche e soprattutto agli sviluppi della scienza e in particolare alle conoscenze acquisite dalla biologia, dalle neuroscienze e dalla psicologia. A queste discipline dobbiamo cominciare a chiedere quali sono – se ci sono – quelle caratteristiche peculiari dell’uomo che lo differenziano in modo *essenziale* dalle altre specie viventi.

Dal punto di vista biologico, secondo le più recenti classificazioni della biosfera, l’essere umano non sarebbe altro che una specie appartenente al gruppo dei primati, con il quale avrebbe in comune il 98-99% del suo DNA cioè del patrimonio genetico. Ma la sua comparsa sulla Terra ha rivoluzionato il pianeta in misura assai maggiore dell’avvento di qualsiasi altra specie; ha introdotto una “frattura”, una “discontinuità” di gran lunga superiore a quella che divide, per esempio, il regno vegetale dal regno animale, ovvero che separa i viventi che utilizzano direttamente l’energia luminosa attraverso la fotosintesi per costruirsi e mantenersi in vita (*autotrofia*), dai viventi che invece attingono indirettamente all’energia solare consumando materia organica (*eterotrofia*)³.

Che cosa ha dunque l’uomo di tanto nuovo, specifico, peculiare, diverso da spiegare tale frattura, tale discontinuità? Prima di ogni altra ipotesi, dovremmo cercare di indicare ed evidenziare quelle differenze essenziali che le scienze biologiche e neuropsicologiche hanno finora posto in luce. Con questo mio lavoro, allora, vorrei solo mostrare alcuni squarci del contributo offerto dagli sviluppi delle neuroscienze, e del connesso problema dei rapporti mente-cervello, all’interrogativo del *quid proprium* della natura umana.

2 *Ibidem.*

3 Cfr. L. Ferry/J.-D. Vincent, *Qu’est-ce que l’homme?*, Editions Odile Jacob, Paris 2000; tr. it. *Che cos’è l’uomo? Sui fondamenti della biologia e della filosofia*, Garzanti, Milano 2002.

2. *Mente e cervello in Aristotele e nelle dottrine medievali*

Le indagini sul mentale e il cerebrale hanno avuto inizio anch'esse nel mondo greco e hanno trovato una prima autorevole sistemazione teorica nel *De anima* di Aristotele. Con estrema sintesi posso ricordare che, nell'ambito del suo sistema filosofico di interpretazione della realtà come "sinolo" di materia e forma e come passaggio dalla potenza all'atto, e di spiegazione dell'accadere di ogni fenomeno naturale come conseguenza di quattro cause (materiale, formale, efficiente, finale), Aristotele concepisce la vita come il risultato del concorso di "cause formali" e "cause finali"; ritiene cioè che ogni essere vivente sia tale, e si distingua per ciò stesso dagli altri oggetti inanimati, poiché opera in lui un particolare *principio* "informatore" e "direttivo", che chiama anche *entelechia* o *anima*, il quale pone in "atto" la forma del corpo e le funzioni vitali (vegetative, sensitive, motorie, intellettive); come tale, allora, questo *principio* non è separabile dal corpo materiale.

In quanto causa formale e finale, l'*entelechia* o *anima* ha dei poteri o *facoltà*, ossia possiede la capacità, la potenzialità di compiere le funzioni dell'organismo. Può essere quindi immaginata suddivisa in *parti* (le "parti dell'anima"), cioè in facoltà definite in base alle funzioni poste in atto da ciascuna. Aristotele distingue allora una *facoltà vegetativa*, che presiede ai processi di nutrizione e di riproduzione, e più in generale a tutte le funzioni organiche delle piante e degli animali; una *facoltà sensitiva*, che consente e regola le funzioni sensoriali e motorie, ossia i rapporti stimolo-risposta con l'ambiente esterno, ed è propria degli animali; una *facoltà intellettiva* (o *dianoetica*), che rende possibili i processi mentali ed è specifica dell'uomo. Inoltre, suddivide quest'ultima in due parti che sono rispettivamente la facoltà "appetitiva o pratica", cioè la *volontà*, e la facoltà "intellettiva e contemplativa", ovvero l'*intelletto* o *pensiero* propriamente detto.

Il *principio vitale*, pertanto, è diversamente caratterizzato a seconda che sia presente nel regno vegetale o animale o umano: nelle piante presiede alle sole funzioni vegetative (ed è perciò chiamato "anima vegetativa"); negli animali provvede a queste ultime e in più è alla base della sensazione e del movimento ("anima sensitiva"); nell'uomo, infine, oltre a tutte le funzioni vegetative, sensitive e motorie, permette anche l'attività psichica superiore di cui è parte la ragione ("anima intellettiva").

Le funzioni fisiologiche e mentali sono dunque rese possibili grazie alla presenza di tale principio formale e direttivo, che è un tutt'uno con la materia, nel senso che non può esserci vita, né vegetale, né animale, né umana, senza l'intervento contemporaneo del corpo materiale e del principio vitale. In Aristotele quindi, secondo l'interpretazione prevalente, anima e corpo *non* sono concepiti separati, come due entità autonome e irriducibili l'una all'altra, come invece accadrà nel pensiero cristiano medievale, in Cartesio e in tutte le dottrine dualistiche del rapporto mente-cervello.

In ogni caso, la differenza essenziale tra uomo e animali per Aristotele consisterebbe nel fatto che nel primo opera un principio vitale o *entelechia* che è – per così dire – più "ricco e potente" di quello presente nelle piante e negli animali, poiché è dotato della capacità di rendere "attuali" funzioni mentali, ovvero è a fondamento di quel "razionale" indicato nella definizione di uomo.

Riprendendo e commentando il *De anima* di Aristotele, durante il Medioevo si ebbero diverse e complesse speculazioni e discussioni sulla natura dell'anima e delle sue facoltà.

Da un lato, la Scolastica identificò quanto meno la parte intellettuale del principio vitale umano con un'anima immateriale e immortale, semplice e indivisibile, ontologicamente distinta dal corpo, direttamente creata da Dio. Dall'altro lato, il pensiero medievale tentò di sviluppare gli aspetti psico-fisiologici della dottrina aristotelica; e a tal fine, poiché il principio vitale era considerato dotato di varie facoltà, cioè di molteplici "potenzialità" di attivare le funzioni che si svolgono nell'organismo vivente, cercò di collegare ogni facoltà al proprio organo. In tal modo, ogni struttura corporea diventò sede di una particolare facoltà o *virtus*, ovvero fu interpretata come il luogo materiale in cui si "attua" una determinata funzione. Tuttavia, mentre era relativamente facile localizzare le facoltà della vita vegetativa nei rispettivi organi (si pose così, per esempio, una facoltà ematopoietica nelle vene, una facoltà digestiva nello stomaco, una facoltà pulsatile nel cuore, ecc.), meno facile era invece collocare nel sistema nervoso le facoltà sensitive, motorie e intellettive.

Si aprì dunque il problema di "localizzare" nel cervello, secondo la predominante tradizione galenica, le facoltà superiori dell'anima, ovvero di determinare a quali strutture dell'encefalo fosse possibile collegare l'innescò e il controllo del movimento volontario, la ricezione cosciente delle sensazioni e l'elaborazione di processi cognitivi come l'immaginazione, la ragione, la memoria. Questo problema trovò soluzione nelle cosiddette "dottrine ventricolari". Inizialmente proposte nel IV e V secolo d.C. dai Padri della Chiesa Nemesio e Sant'Agostino, e da Posidonio di Bisanzio, rielaborate da Avicenna e dalla cultura dell'alto Medioevo, queste dottrine affermavano che le facoltà superiori dell'anima hanno la loro sede nei ventricoli o "celle" cerebrali, ritenuti di forma sferica in conseguenza della pressione uniforme esercitata sulle loro pareti dagli "spiriti animali", eredi dello "pneuma psichico" galenico. Furono perciò elaborate diverse dottrine, in cui le facoltà o *virtutes* "sensitiva, motiva, immaginativa, cogitativa, memorativa" trovavano posto nei ventricoli cerebrali. In ogni caso, questo tipo di impostazione rimase sostanzialmente immutato fino agli inizi del XVII secolo, con alcune modifiche introdotte nel Rinascimento grazie anche ai progressi ottenuti nelle conoscenze anatomiche.

Si noti che in tal modo le dottrine medievali, anche se per molti versi ispirate da autori classici, cercarono di stabilire in modo sistematico e articolato, pur se del tutto fantasioso e speculativo, un rapporto tra funzioni psichiche e strutture nervose, ovvero tentarono di localizzare la mente nel cervello. Per esse, come per Aristotele, la differenza essenziale tra uomo e animali consisterebbe nel fatto che il primo è dotato di facoltà e funzioni intellettive di cui sono privi i secondi; tuttavia, in genere, le funzioni cognitive furono considerate manifestazioni – che si "attuano" in determinate strutture nervose – di un'anima spirituale distinta e separata dal corpo.

3. *Il dualismo cartesiano e le neuroscienze in età moderna*

Nel '600 Descartes compie una "rivoluzione" nel modo di concepire la vita e la mente⁴.

4 Nell'ambito della vastissima bibliografia cartesiana, si può vedere, per esempio, tra gli altri: G. Cimino, *Teoria del sistema nervoso e ottica fisiologica in Descartes*, in G. Belgioioso/G. Cimino/P. Costabel/G. Papuli (a cura di), *Descartes: il metodo e i Saggi* (Atti del Convegno per il 350°

Come è noto, egli considera il corpo animale e umano come una macchina – peraltro creata da Dio – e perciò ritiene che le sue funzioni siano il risultato dell'attività di un meccanismo complesso, del moto coordinato di singoli ingranaggi. Le funzioni vegetative, motorie e sensoriali – a suo parere – non hanno bisogno per manifestarsi di speciali *virtutes*, non sono “attuate” da qualche facoltà dell'anima, ma conseguono necessariamente dal funzionamento di un sistema meccanico. Con tale impostazione, che spazza via tutta la pletera delle facoltà introdotte dalla speculazione medievale per spiegare le funzioni vitali, e non del tutto abbandonata dalla medicina rinascimentale e dallo stesso Harvey, Descartes compie una profonda “rivoluzione” concettuale e getta le basi della moderna ricerca fisiologica, anche se poi la teoria da lui proposta sarà presto riconosciuta errata.

Ciò che invece, per Descartes, non può essere ridotto a materia in movimento è il pensiero, è la ragione e la volontà, che sono manifestazioni di un'anima separata dal corpo, di una *res cogitans* ontologicamente distinta dalla *res extensa*, e sono appannaggio esclusivo dell'uomo. L'esistenza di questa realtà spirituale, come è noto, è dimostrata dal fatto che solo l'uomo è consapevole di pensare, ha una “coscienza” di cui sono privi gli animali; il *cogito*, dunque, rivela in modo evidente una realtà “altra” diversa dalla sostanza materiale: rivela, appunto, una *res cogitans* che si esprime come ragione e volontà. Pertanto la *coscienza* (che a partire da Descartes diventa il tratto distintivo dell'essere umano), assieme alla ragione e alla volontà, sono le funzioni precipue dell'uomo, che ne identificano la natura, rimandano a una “sostanza pensante” e lo distinguono essenzialmente dall'animale.

Come *res cogitans*, allora, l'anima è un'entità unitaria, che non può essere suddivisa, come accadeva nelle teorie medievali, in varie facoltà localizzate in diverse parti del cervello, ma può essere collegata, semmai, a una sola struttura, che per Descartes è la ghiandola pineale. Tale struttura, che nel sistema meccanico cartesiano assume il ruolo di centro nervoso della sensazione e del movimento, è anche il luogo in cui l'anima entra in contatto con il corpo, ed è concepita – secondo alcune interpretazioni – come una sorta di “centralino” che può funzionare automaticamente da solo collegando le sensazioni e i movimenti (così come accade negli animali e nell'uomo in quanto macchina), oppure può essere “manovrato” dall'anima che “legge” le informazioni del mondo esterno, trascritte sulla pineale in termini di pori aperti e chiusi, e con un atto di volontà agisce su di essa per dar inizio alla risposta motoria.

Con la distinzione tra *res cogitans* e *res extensa*, Descartes, diversamente dal passato, separa nettamente la vita dall'anima, inserendo totalmente la prima nel mondo della materia estesa e attribuendo alla seconda solo attività mentali. In tal modo, si può dire che pone in maniera esplicita ed evidente il problema dei rapporti tra anima e corpo, tra mente e cervello (chiamato oggi nel mondo anglosassone come il *mind-body problem*); problema già implicito nel pensiero antico e medievale, ma reso del tutto palese dal filosofo-scienziato francese con tutta la sua carica speculativa e dilemmatica.

Secondo una consolidata interpretazione storiografica, Descartes prospettò una soluzione dualistica e interazionistica del rapporto mente-cervello; ma la sua proposta suscitò vivaci discussioni e critiche sia dal versante filosofico (da Malebranche a Leibniz, da Spinoza

anniversario della pubblicazione del *Discours de la Méthode* e degli *Essais*, 2 voll., Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma 1990, vol. I, pp. 247-272.

agli illuministi e agli *idéologues* francesi, dagli empiristi e associazionismi inglesi alle più sofisticate articolazioni della filosofia analitica contemporanea), sia dal versante degli studi sul sistema nervoso. Per quanto riguarda questi ultimi, è forse possibile affermare che le risposte date dai filosofi nel corso dei secoli al *mind-body problem* hanno sempre condizionato le ricerche e le teorie dei medici sull'anatomia e sulla fisiologia del sistema nervoso: in particolare hanno guidato il loro sforzo di attribuire una "sede" alla mente, cioè di trovare un luogo del cervello a cui poter collegare le funzioni psichiche superiori.

Nella seconda metà del Seicento, la teoria neurofisiologica cartesiana fu presto oggetto di aspre critiche da parte di molti medici e anatomisti (tra cui Thomas Willis, Nicola Stenone, Marcello Malpighi, Thomas Bartholinus, Jean Cousin, Raymond Vieussens, Giovanni Alfonso Borelli, Giorgio Balivi), i quali poterono facilmente dimostrare, grazie anche all'introduzione del microscopio, che molte ipotesi morfologiche avanzate da Descartes, sulle quali aveva costruito le sue congetture fisiologiche, erano errate. Tuttavia, malgrado la sua teoria del sistema nervoso fosse criticata e abbandonata, si continuò a impostare la ricerca secondo il nuovo "schema" concettuale da lui introdotto: il sistema nervoso, infatti, fu in genere concepito come un apparato adibito alla raccolta delle sensazioni e alla trasmissione del movimento⁵.

-
- 5 Per la storia delle neuroscienze nel XVII e XVIII secolo si può vedere: L. Belloni (a cura di), *Essays on the History of Italian Neurology*, Istituto di Storia della Medicina, Milano 1963; L. Belloni, *Schemi e modelli della macchina vivente nel Seicento*, in «Physis», 1963, V, pp. 259-298; M.D. Grmek, *Réflexions sur des interprétations mécanistes de la vie dans le XVII^e siècle*, in «Episteme», 1967, I, pp. 17-30; G. Scherz (a cura di), *Steno and Brain Research in the Seventeenth Century* (Analecta Medico-Historica), Pergamon Press, London 1968; M.D. Grmek, *La notion de fibre vivante chez les médecins de l'école iatrophysique*, in «Clio Medica», 1970, V, pp. 297-318; F. Duchesneau, *Malpighi, Descartes and the Epistemological Problems of Iatromechanism*, in M.L. Righini Bonelli/W.R. Shea (a cura di), *Reason, Experiment and Mysticism in the Scientific Revolution*, Science History Publications, New York 1975, pp. 111-130; G. Canguilhem, *La formation du concept du réflexe aux XVII^e et XVIII^e siècles* [1955], Vrin, Paris 1977; P.R. Sloan, *Descartes, the Sceptics, and Rejection of Vitalism in Seventeenth Century Physiology*, in «Studies in History and Philosophy of Science», 1977, I, pp. 1-28; M. Neuburger, *The Historical Development of Experimental Brain and Spinal Cord Physiology before Flourens* (a cura di E. Clarke), The Johns Hopkins University Press, Baltimore-London 1981; R.G. Frank Jr., *Harvey e i fisiologi di Oxford. Idee scientifiche e relazioni sociali*, tr. it. di D. Panzieri, il Mulino, Bologna 1983; M.A.B. Brazier, *A History of Neurophysiology in the 17th and 18th Century*, Raven Press, New York 1984; A. Clericuzio, *Spiritus Vitalis. Studio sulle teorie fisiologiche da Fernel a Boyle*, in «Nouvelles de la République des Lettres», 1988, 2, pp. 33-84; F.A. Meschini, *Neurofisiologia cartesiana*, Olshki, Firenze 1998; M.D. Grmek, *La première révolution biologique*, Payot, Paris 1990; L.R. Marstensen, *The Brain Takes Shape. An Early History*, University Press, Oxford 2004. Cfr. anche le parti relative a questi secoli nelle trattazioni storiche più generali: E. Clarke/C.D. O'Malley (a cura di.), *The Human Brain and the Spinal Cord*, University of California Press, Berkeley 1968; L.C. McHenry (a cura di), *Garrison's History of Neurology*, Thomas, Springfield 1969; W. Haymaker/F. Schiller (a cura di), *The Founders of Neurology*, 2^a ed., Thomas, Springfield 1970; F.N.L. Poynter (a cura di), *The History and Philosophy of Knowledge of the Brain and its Functions*, Blackwell, Oxford 1958; 2^a ediz., Israël, Amsterdam 1973; F.C. Rose/W.F. Bynum, *Historical Aspects of Neurosciences*, Raven Press, New York 1982; P. Corsi (a cura di), *La fabbrica del pensiero. Dall'arte della memoria alle neuroscienze*, Electa, Milano 1989; J. Soury, *Le système nerveux central: structure et fonctions. Histoire critique des théories et des doctrines*, 2 voll., Carré et Naud, Paris 1899; S. Finger, *Origins of Neuroscience. A History of Explorations into Brain Function*, University Press, Oxford 1994; F.C. Rose, (a cura di), *A Short History of Neurology*:

Si pensava che gli stimoli del mondo esterno, dopo aver “toccato” gli organi di senso, fossero trasportati in qualche modo lungo i nervi da un “fluido nervoso” fino a un centro cerebrale, detto *sensorium commune*, dove si sarebbero aggregati e integrati dando luogo alla percezione sensoriale. Questo centro, tuttavia, non era stato bene identificato e localizzato dai diversi medici e anatomisti, i quali avevano ipotizzato per esso varie strutture dell'encefalo (per esempio, era stato posto da Willis nei corpi striati, da Giovanni Maria Lancisi nel corpo calloso, da Baglivi nelle meningi, da Albrecht von Haller nell'insieme dei luoghi di origine dei nervi cranici, da Philippe Pinel e Achille Louis Foville nel cervelletto). In genere si supponeva che, almeno per l'uomo, con questo centro si ponesse in contatto l'anima “razionale”, la quale poteva ricevere in tal modo le necessarie informazioni dal mondo. Si continuava anche ad attribuire all'anima le principali funzioni psichiche “superiori”, e a ritenere che essa, con un atto volitivo, potesse a sua volta agire sul centro nervoso di controllo dei movimenti, cioè su un centro (anch'esso non identificato, variamente localizzato nell'encefalo e in genere non coincidente con il centro della sensazione) che attivava la contrazione muscolare e determinava il comportamento tramite un impulso nervoso.

Se questo è lo schema di riferimento generale entro cui si collocò la ricerca dei medici per tutto il XVII e XVIII secolo, mutarono però le teorie – influenzate dalle varie correnti del pensiero biologico – sul funzionamento del sistema nervoso nel provocare la sensazione e il movimento. Tra Sei e Settecento prevalsero spiegazioni di tipo meccanicistico, con l'utilizzazione talvolta di ipotesi tratte dal laboratorio dei chimici. Nell'età dei lumi, a seguito anche dell'opera di Haller, si affermarono invece, in misura maggiore, teorie d'impostazione vitalistica.

Comunque sia, alla fine del Settecento si poteva registrare un certo progresso per quanto concerne l'anatomia macroscopica del sistema nervoso: tutte le sue parti principali, infatti, dai nervi, al midollo, all'encefalo erano state individuate e descritte; per quanto riguarda la sua fisiologia, invece, erano state proposte ipotesi incerte, con scarsa base sperimentale, spesso di carattere più speculativo che empirico. In particolare, nessun progresso era stato compiuto per quanto riguarda le funzioni mentali, che erano rimaste ferme a una generica indicazione di essere collegate al cervello.

In genere, si continuava a pensare che i processi cognitivi – secondo l'impostazione dualistica cartesiana – fossero espressione, manifestazione di una mente o anima, la quale entrava in rapporto con il corpo tramite una struttura cerebrale, che rimaneva però del tutto indeterminata; oppure si supponeva – secondo l'impostazione materialistica di parte della cultura illuministica (tra gli altri, per esempio, De La Mettrie prima e Cabanis poi) – che le attività psichiche superiori fossero funzioni oppure proprietà di uno o più organi cerebrali, anch'essi tuttavia di difficile identificazione. Nell'uno e nell'altro caso, pertanto, cioè sia nell'ipotesi dualistica sia in quella monistico-materialista, agli inizi dell'Ottocento non si era riusciti ancora a individuare con certezza a quale parte dell'encefalo fosse in qualche modo collegata l'attività psichica nel suo complesso, comunque la si volesse intendere; in particolare nessun ruolo era stato attribuito alla corteccia cerebrale, che si pensava

The British Contributions, 1660-1910, Butterworth-Heinemann, Oxford 1999; S. Finger, *Minds behind the Brain: A History of the Pioneers and their Discoveries*, University Press, Oxford 2000.

svolgesse solo una funzione nutritiva.

4. La “rivoluzione” ottocentesca negli studi sul sistema nervoso

La situazione cambia profondamente nel corso dell'Ottocento: le conoscenze anatomiche tradizionali, infatti, saranno integrate, grazie al rinnovato uso del microscopio, dagli straordinari risultati dell'istologia, che culmineranno nella formulazione della “teoria del neurone” alla fine del secolo; e le dottrine fisiologiche saranno totalmente rivoluzionate con la scoperta della natura elettrica dell'impulso nervoso, delle “vie” nervose motorie, sensitive e sensoriali, del meccanismo dei movimenti riflessi, e con l'identificazione della funzione specifica di varie parti dell'asse cerebro-spinale, tra cui la corteccia cerebrale oggetto privilegiato d'indagine negli ultimi decenni del secolo⁶.

La neurofisiologia dell'Ottocento consegue dunque grandi risultati; e in generale è possibile affermare che i maggiori successi si realizzeranno nell'ambito di due principali settori d'indagine, di due “programmi di ricerca”: quello che riguarda il processo nervoso che interviene tra la stimolazione sensoriale e la risposta motoria, e quello proteso all'identificazione del *substratum* della mente. Nel primo caso, già nella prima metà del secolo, si compiono fondamentali scoperte sull'impulso nervoso, sui movimenti riflessi e volontari, sugli organi e le vie sensoriali, sui centri nervosi sottocorticali, quali per esempio il cervelletto, il talamo, i corpi striati; nel secondo caso, invece, nello stesso arco di tempo, è presente solamente un certo interesse per il problema di individuare il “luogo” della mente, cioè di cercare una struttura cerebrale da considerare come sede o organo dell'attività psichica. Ma è proprio in questo secondo ambito di ricerche che si comincia a comprendere l'importanza della corteccia cerebrale, senza tuttavia realizzare passi avanti decisivi fino al 1870, allorché si aprirà la grande stagione delle localizzazioni corticali.

La storia di questa lunga rincorsa all'“organo” delle attività mentali e la spiegazione del “ritardo” nelle indagini sugli emisferi cerebrali passa attraverso le figure di Gall e di Flourens. Nella prima metà del secolo, infatti, sono soprattutto questi due scienziati a rivolgere la maggiore attenzione alla corteccia cerebrale e a porsi il problema delle funzioni psichiche “superiori”; ma i risultati in parte errati da essi conseguiti saranno di ostacolo a una corretta impostazione degli studi sulle localizzazioni corticali.

Franz Joseph Gall⁷, con la sua teoria frenologia, suddivise la corteccia cerebrale in

6 Per la storia delle neuroscienze nel XIX secolo si può vedere: G. Cimino, *La mente e il suo substratum. Studi sul pensiero neurofisiologico dell'Ottocento* (Quaderni di storia e critica della scienza, 11), Domus Galilaeana, Pisa 1984; E. Clarke/L.S. Jacyna, *Nineteenth-Century Origins of Neuroscientific Concepts*, University of California Press, Berkeley 1987; A. Harrington, *Medicine, Mind and the Double Brain*, University Press, Princeton 1987; M.A.B. Brazier, *A History of Neurophysiology in the 19th Century*, Raven Press, New York 1988; G. Cimino (a cura di), *Nineteenth Century Foundations of the Neurosciences*, in «Physis», 1999, XXXVI, 2 (fascicolo monografico); R.M. Young, *Mind, Brain and Adaptation in the Nineteenth Century. Cerebral Localization and its Biological Context from Gall to Ferrier*, Clarendon Press, Oxford 1990. Cfr. anche le parti relative a questo secolo nelle trattazioni storiche più generali indicate nella nota 5.

7 Su Gall e la frenologia si veda: F. Hedderly, *Phrenology. A Study of Mind*, Fowler, London 1970; E. Lesky, *Franz Joseph Gall (1758-1828): Naturforscher und Anthropologe*, Hans Huber, Bern-Stuttgart-

tanti territori e assegnò a ciascuno di essi una facoltà psichica, intesa come inclinazione, attitudine, tendenza per certi comportamenti; identificò poi 27 facoltà e altrettante aree corticali e considerò 19 facoltà comuni all'uomo e ai vertebrati e 8 proprie esclusivamente dell'uomo. Interpretò inoltre queste facoltà non tanto come potenzialità di un'anima distinta dal corpo, quanto piuttosto come proprietà di organi del cervello. In tal modo, si collocò sulla scia di una tradizione materialista che vedeva il rapporto tra sistema nervoso e processi psichici come un rapporto organo-funzione. Per Gall, allora, la peculiarità della natura umana consisterebbe nel fatto che l'uomo possiede nel cervello un numero di organi e di facoltà maggiore rispetto all'animale.

La teoria frenologica, sia nella versione di Gall sia in quella dei suoi numerosi seguaci, si rivelò arbitraria e scientificamente infondata. Essa tuttavia ebbe il merito di porre in primo piano il problema della collocazione delle attività psichiche superiori nella corteccia cerebrale e accreditò l'idea delle localizzazioni corticali. Quindi, anche se Gall non risolse il problema del collegamento tra cervello e vita mentale, ne favorì tuttavia l'indagine, spronando a intraprendere uno studio più scientifico, rivolto in particolare agli emisferi cerebrali.

Lo scienziato che, invece, nella prima metà dell'Ottocento, affrontò in modo "sperimentale" il problema della localizzazione della mente nel cervello fu il neurofisiologo francese Marie-Jean-Pierre Flourens⁸. A partire dagli anni '20 del XIX secolo, compì una serie di esperimenti sul sistema nervoso di animali vivi, operando con punture, lesioni e ablazioni al fine di comprendere quali funzioni svolgessero le diverse parti dell'asse cerebrospinale.

Lavorando con tali tecniche, pervenne ad alcuni risultati nuovi, a vere e proprie scoperte: in particolare, alla localizzazione del centro bulbare della respirazione e alla determinazione della funzione del cervelletto come organo di coordinazione dei movimenti di locomozione. Ma raggiunse anche il risultato fondamentale di fornire la prima dimostrazione sperimentale che tutte le funzioni mentali dipendono dalla corteccia cerebrale e, quindi, di porre ancor più in primo piano questa struttura. Prima dei suoi esperimenti di ablazione della corteccia, infatti, nessuna certezza era stata raggiunta riguardo alla localizzazione dell'attività psichica negli emisferi. Flourens invece dimostrò che, asportando successivamente parti sempre più

Wien 1979; C. Pogliano (a cura di), *Franz Joseph Gall. L'organo dell'anima: fisiologia cerebrale e disciplina dei comportamenti*, Marsilio, Venezia 1985; P.-C. Wegner, *Franz Joseph Gall, 1758-1828: Studien zu Leben, Werk und Wirkung*, Olms, Hildesheim - New York 1991; G. Lanteri-Laura, *Histoire de la phrénologie. L'homme et son cerveau selon F.J. Gall* [1970], Presses Universitaires de France, Paris 1993²; G.P. Lombardo/M. Duichin (a cura di), *Frenologia, fisiognomica e psicologia delle differenze individuali in Franz Joseph Gall*, Bollati-Boringhieri, Torino 1997; M. Renneville, *Le langage des crânes: histoire de la phrénologie*, Institut d'édition Sanofi-Synthelabo, Paris 2000; R.J. Cooter (a cura di), *Phrenology in Europe and America*, Routledge, London 2001.

8 Su Flourens si veda: V. Kruta, *M.J.P. Flourens, J.E. Purkyně et les débuts de la physiologie de la posture et de l'équilibre*, Palais de la Découverte, Paris 1964; G. Cimino, *Ruolo dei presupposti nella ricerca scientifica: l'esempio storico di M.J.P. Flourens*, in «Archives internationales d'histoire des sciences», 1987, XXXVII, n. 118, pp. 21-48; G. Legée, *Pierre Flourens, physiologiste et historien des sciences*, Paillart, Abbeville 1992; G. Cimino, *Propriétés ou forces nerveuses dans l'œuvre de Flourens*, in G. Cimino/F. Duchesneau (a cura di), *Vitalisms: from Haller to the Cell Theory*, Olschki, Firenze 1997, pp. 253-279.

ampie di corteccia cerebrale, nell'animale venivano meno, fino a scomparire, facoltà che interpretò come mentali e designò con il termine "intelligenza", e cioè la percezione, la memoria, il giudizio, la volontà.

Accanto a questi risultati positivi, dobbiamo però registrare anche alcune conclusioni che, alla luce delle conoscenze odierne, devono essere considerate come "errori", e che avranno un certo peso negli sviluppi delle neuroscienze. Flourens, infatti, da un lato affermò che gli emisferi cerebrali non sono collegati alla sensazione e al movimento e, dall'altro lato, che non è possibile suddividerli in aree funzionalmente distinte. Negò quindi che alla corteccia appartenessero centri sensitivi e motori (che continuò a porre nelle strutture sottostanti) e asserì che in essa non potevano essere identificate aree delimitate preposte a specifiche funzioni psichiche, come sosteneva la teoria frenologica.

Queste conclusioni "errate" sono in parte dovute ad alcune assunzioni di fondo che condizionarono e guidarono le sue ricerche. Flourens, infatti, da un lato si muoveva all'interno del paradigma delle "proprietà vitali" e perciò riteneva che negli animali la corteccia possedesse la proprietà della "intelligenza", cioè una specifica capacità di compiere funzioni psichiche (come il percepire gli oggetti, il ricordare, il collegare tra loro esperienze diverse, l'agire volontario) a livello elementare. Dall'altro lato, si ispirava al dualismo cartesiano e quindi nell'uomo interpretava l'"intelligenza" come facoltà di un'"anima" distinta dal corpo, la quale rendeva possibili le funzioni mentali a livello più elevato entrando in contatto con la corteccia cerebrale, erede in tal modo della ghiandola pineale cartesiana. Per Flourens allora, come per Descartes, la peculiarità della natura umana dipenderebbe dalla presenza di un'anima che presiede alle funzioni psichiche superiori.

In base a tale impostazione, allora, concepì la corteccia cerebrale come una struttura unica e indivisibile che, nell'uomo, funge da "sede" della mente o anima, e interpretò anche quest'ultima come qualcosa di unitario, non suddivisibile in molteplici facoltà. Gli emisferi cerebrali, sede della "intelligenza", erano in tal modo separati dal resto del sistema nervoso, e in particolare dai centri motori e sensoriali posti al di sotto, con i quali entravano in rapporto in maniera non chiarita.

Nella prima metà del XIX secolo, dunque, le ricerche sviluppate da Gall e da Flourens, benché apportassero elementi di novità, rappresentarono anche un fattore frenante per un corretto studio delle circonvoluzioni cerebrali: da un lato, infatti, la teoria frenologica, pur esprimendo un fecondo concetto di localizzazioni corticali, si presentava come fantasiosa e arbitraria; dall'altro lato, i risultati ottenuti da Flourens, pur localizzando in modo corretto l'attività mentale nella corteccia, escludevano la possibilità di una sua implicazione nella sensazione e nel movimento, e di una sua suddivisione in centri funzionalmente distinti. La corteccia cerebrale, interpretata da Gall e da Flourens rispettivamente o come insieme di organi dell'attività psichica o come sede unitaria dell'anima, finiva in tal modo per essere considerata separata dal resto del neurasse preposto invece alle funzioni nervose "inferiori", cioè al controllo della sensazione, del movimento e della vita vegetativa.

La situazione cambia a partire dagli anni '70 dell'Ottocento, grazie soprattutto al contributo sperimentale di Gustav Fritsch ed Eduard Hitzig, per alcuni versi anticipati da Paul Broca e da Hughlings Jackson. I due tedeschi dimostrarono per la prima volta che la corteccia cerebrale controlla anche attività motorie, cioè funzioni psichiche "inferiori"

ritenute fino ad allora legate solo a strutture nervose sottocorticali. Occorre notare, tuttavia, che i loro esperimenti s'inserivano in un mutato clima scientifico-culturale ed erano il risultato di una profonda trasformazione concettuale, per la quale diveniva insostenibile l'idea di una separazione dell'asse cerebro-spinale in due parti distinte: una per le funzioni psichiche superiori tipica dell'uomo, ed una per la sensazione, il movimento e la vita vegetativa comune anche agli animali.

Si fa strada, invece, un nuovo modo di concepire l'architettura anatomico-funzionale del sistema nervoso, proposto soprattutto da Jackson. In primo luogo, esso è considerato come un unico apparato privo di fratture essenziali, di cui la corteccia è non solo una parte integrante, ma anche la parte più importante. In secondo luogo, è interpretato come un sistema di "centri nervosi" gerarchicamente ordinati fino a quelli più complessi posti nella corteccia, dalla cui coordinazione e integrazione dipenderebbero tutte le funzioni psichiche, sia le cosiddette "inferiori" (vita vegetativa, sensazione, movimento), sia le asserite "superiori" (funzioni cognitive). La corteccia diviene, allora, oggetto di approfonditi studi, e si compie un grande sforzo per individuare in essa aree specifiche capaci di controllare funzioni motorie, sensitive e sensoriali, nonché funzioni più propriamente mentali.

Nasce così il "programma di ricerca" delle localizzazioni corticali, che è favorito da una nuova concezione dei rapporti mente-cervello: quella del parallelismo psicofisico. Secondo il principio parallelista, i fenomeni psichici e i fenomeni fisici devono essere considerati come due classi separate di eventi, prive di qualsiasi reciproca interazione; un'azione di causa ed effetto si ha solo tra fenomeni omogenei, cioè della stessa classe, dello stesso "ambito ontologico". Si suppone, però, che le due serie di fatti procedano in modo parallelo, in modo tale che ad ogni evento o gruppo di eventi della sfera psichica corrisponda sempre, secondo regole costanti, un evento o gruppo di eventi della sfera fisica, e viceversa. Tra corpo e anima non si postula, quindi, alcuna influenza reciproca, alcuna interazione, ma solo un parallelismo costante che permette di associare a ogni modificazione del corpo, a ogni funzione neurofisiologica, un cambiamento della psiche, un atto mentale; e viceversa.

Il postulato parallelista, che di per sé non era inedito (già Spinoza, Leibniz, Hartley avevano formulato qualcosa di simile), tende a diffondersi tra i neuroscienziati nella seconda metà del secolo, accolto e divulgato soprattutto dagli inglesi Jackson e Ferrier, e diviene l'idea-guida per superare le opposte dottrine del dualismo interazionista e del monismo materialistico; dottrine che, ispirando rispettivamente le indagini di Flourens e di Gall, avevano contribuito al fallimento della loro fisiologia cerebrale. Infatti, finché gli studi sul sistema nervoso rimanevano ancorati a rigidi schemi dualistici o monistico-materialistici, facilmente la corteccia cerebrale finiva per essere interpretata o come sede unitaria dell'anima o come composta di tanti organi diversi che svolgono le funzioni mentali. Il principio del parallelismo psicofisico, invece, favoriva l'evoluzione delle ricerche nella direzione dell'estensione a tutta la corteccia del "paradigma sensazione-movimento".

Il postulato parallelista – a ben vedere – era soprattutto un principio metodologico che invitava ad associare fenomeni neurofisiologici e fenomeni psichici, e che bene supportava una concezione del sistema nervoso costituito da centri nervosi gerarchicamente ordinati e organizzati in modo sempre più complesso. Era un principio che non dava indicazioni sulla "natura ultima" dei due ordini di fenomeni, fisico-chimici e psichici, posti costantemente in parallelo; ma che, da un lato, spingeva a comprendere come le stimolazioni degli organi

di senso fossero elaborate dall'asse cerebro-spinale a vari livelli (sino alle complesse associazioni d'ordine "mentale" a livello corticale) e infine si risolvessero in risposte motorie (ed è questo che s'intende con "paradigma senso-motorio"); e, dall'altro lato, cercava di associare a determinati meccanismi neurofisiologici operanti in varie parti del cervello i fenomeni solitamente classificati dalla psicologia come sensazione, immaginazione, pensiero, memoria, linguaggio, emozione, ecc.

In tal modo, in sintonia anche con i precetti della teoria dell'evoluzione che considerava l'essere umano come l'ultimo gradino del processo evolutivo, l'ultimo ramo dell'albero filogenetico, la differenza tra uomo e animale finiva per ridursi a una differenza di grado, a una differenza quantitativa: in ambedue erano presenti gli stessi meccanismi neurofisiologici e gli stessi fenomeni psichici che differivano solo perché nell'uomo erano più sviluppati. Tuttavia, pur se tutte le funzioni mentali umane potevano essere viste come uno sviluppo di analoghe funzioni presenti a livello inferiore anche negli animali, sembrava difficile interpretare allo stesso modo la "coscienza", che allora con atteggiamento agnostico divenne, per gli scienziati filosoficamente più avveduti come Du Bois-Reymond, un confine invalicabile per la "conoscenza naturalistica", un problema non risolvibile dalla scienza, al quale si poteva rispondere solo con un "*ignoramus et ignorabimus*".

In questo nuovo clima scientifico-culturale, dunque, e dopo le cruciali scoperte di Fritsch e Hitzig, altri neuroscienziati proseguirono l'indagine sulla corteccia cerebrale, con esperimenti di stimolazione elettrica, di stimolazione meccanica e di ablazione. Ebbe inizio, così, quella che è stata chiamata «l'età d'oro delle localizzazioni cerebrali»¹⁰, che si protrasse fino alla prima guerra mondiale e in cui si giunse a individuare le principali aree motorie, sensitive e sensoriali, nonché a indicare altre zone supposte legate a funzioni psichiche o mentali, quali il linguaggio. Si disegnarono varie mappe della corteccia cerebrale, tentando di identificare e separare campi funzionalmente differenti, e di porli in rapporto con le aree citoarchitettoniche messe in luce dai neuroistologi, che negli ultimi anni del secolo erano giunti a descrivere con precisione – ad opera soprattutto di Camillo

9 Cfr. E. du Bois-Reymond, *Über die Grenzen des Naturerkennens. Die sieben Weltrathsel*, tr. it. *I confini della conoscenza della natura* (a cura di V. Cappelletti), Feltrinelli, Milano 1973; cfr. anche G. Cimino, *La riflessione epistemologica di Emil du Bois-Reymond*, in «Il Veltro», 1978, XXII, 1-2, pp. 79-86, 3-4, pp. 301-306, 5-6, pp. 532-539. I due confini del conoscere scientifico illustrati nella conferenza del '72 («l'essenza della materia e della forza» e «la coscienza») diventano, nella conferenza su *I sette enigmi del mondo* del 1880, due enigmi che si aggiungono ad altri cinque: l'enigma del moto, l'origine della vita, il finalismo della natura, il pensiero razionale, la libertà del volere. Questi ultimi, tuttavia, o possono essere ridotti ai primi due, oppure, come nel caso dell'origine della vita e del finalismo della natura, sono considerati contingenti e non irrisolvibili per principio.

10 H. Hécaen/G. Lanteri-Laura, *Evolution des connaissances et des doctrines sur les localisations cérébrales*, Desclée de Brouwer, Paris 1977. Cfr. anche R.M. Young, *Mind, Brain and Adaptation in the Nineteenth Century Cerebral Localization and its Biological Context from Gall to Ferrier* [1970], Clarendon Press, Oxford 1990²; M. Hagner, *Aspects of Brain Localization in Late 19th Century Germany*, in C. Debru (a cura di), *Essays in the History of the Physiological Sciences*, Rodopi, Amsterdam 1995, pp. 73-88, M. Hagner, *Cultivating the Cortex in German Neuroanatomy*, «Science in Context», 2001, 14, pp. 541-563; T. Kaitaro, *Biological and Epistemological Models of Localization in the Nineteenth Century: from Gall to Charcot*, «Journal of the History of the Neurosciences», 2001, 10, pp. 262-276.

Golgi¹¹ – la struttura della cellula nervosa e ad elaborare – specialmente con il contributo dello spagnolo Santiago Ramón y Cajal – la “teoria del neurone”¹².

In conclusione, il quadro confuso della fisiologia del sistema nervoso che ancora si aveva all'inizio dell'Ottocento, alla fine del secolo si chiarisce e si articola in un disegno che assume i primi contorni delle conoscenze attuali. Grandi progressi si compiono presto, già nella prima metà del secolo, nelle ricerche sull'impulso nervoso e sull'azione riflessa, nelle indagini sulla fisiologia degli organi di senso, dei nervi, del midollo, di alcune strutture sottocorticali, in una parola nello studio del processo nervoso che collega ai livelli inferiori la sensazione e il movimento. Più lentamente procede invece la ricerca sugli emisferi cerebrali e sulle funzioni collegate alla corteccia. Di essa si pone in luce tutta l'importanza grazie all'opera di Gall e di Flourens; e da parte di Gall è formulata l'idea feconda di localizzazioni cerebrali. Ma uno studio “scientifico”, con risultati concreti, si realizzerà solo dopo il 1870, cioè solamente dopo che Fritsch e Hitzig avranno individuato le prime aree motorie corticali. Da quel momento in poi, in virtù anche della nuova concezione dell'architettura anatomo-fisiologica del neurone progettata da Jackson, si avrà una messe abbondante di scoperte, con una “mappatura” della corteccia cerebrale in gran parte ancor oggi valida.

5. *Mente e cervello nel XX secolo*

I problemi lasciati in eredità al Novecento, tuttavia, sono di enorme difficoltà. Al nuovo secolo toccherà il compito di sviluppare “programmi di ricerca” appena abbozzati: studiare i sistemi di comunicazione fra neuroni e le caratteristiche della trasmissione sinaptica; tracciare una particolareggiata mappa funzionale della corteccia e costruire un'adeguata citoarchitettura; avviare lo studio di funzioni più propriamente mentali, quali la memoria, l'apprendimento, il linguaggio, il pensiero, le emozioni, la coscienza.

A tali problemi cercheranno di far fronte numerose schiere di scienziati, i quali

11 Su Golgi si veda: B. Zanobio, *The Work of Camillo Golgi in Neurology*, in L. Belloni (a cura di), *Essays on the History of Italian Neurology*, Istituto di Storia della Medicina, Milano 1963, pp. 179-193; G. Cimino, *Idee direttrici e presupposti metodologici nell'opera neurologica di Camillo Golgi*, in «Physis», 1975, XVII, 1-2, pp. 140-148; L. Belloni, *L'epistolario di Albert Koelliker a Camillo Golgi al Museo per la storia dell'Università di Pavia*, in «Memorie dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze Matematiche e Naturali», 1975, XXVI, pp. 135-243; G.M. Shepherd, *Foundations of the Neuron Doctrine*, Oxford University Press, New York-Oxford 1991, pp. 79-101, 259-270; L. Santamaria, *Camillo Golgi as Clinical Pathologist: Epicritical Reading of Golgi's Works on Malaria*, in «Medicina nei secoli», 1994, IV, pp. 581-608; G. Cimino (a cura di), *Camillo Golgi. L'istologia del sistema nervoso*, Edizioni Teknos, Roma 1995; P. Mazzarello, *La struttura nascosta. La vita di Camillo Golgi*, Cisalpino, Bologna 1996; G. Cimino, *Reticular Theory versus Neuron Theory in the Work of Camillo Golgi*, in G. Cimino (a cura di), *Nineteenth Century Foundations of the Neurosciences*, «Physis», 1999, XXXVI, 2 (fascicolo monografico), pp. 431-472; M. Bentivoglio/L.A. Vignolo (a cura di), *Camillo Golgi and the Neurosciences*, in «Journal of the History of the Neurosciences», 1999, VIII, n. 2 (fascicolo monografico); G. Cimino, *Camillo Golgi*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma 2001.

12 Cfr. G.M. Shepherd, *Foundations of the Neuron Doctrine*, cit.

volgeranno le loro indagini a settori sempre più specialistici, affrontati però, in genere, con un approccio interdisciplinare, che vede coinvolte le competenze del neurofisiologo sperimentale, del neuroistologo, del neuropatologo, del neurochirurgo, del neuropsicologo, nonché competenze più ampie come quelle del biochimico, del biofisico e dello studioso di intelligenza artificiale. Elevata specializzazione e interdisciplinarietà sono dunque le caratteristiche delle contemporanee ricerche sul sistema nervoso, per le quali è stato coniato il termine di “neuroscienze”, adoperato proprio per designare la molteplicità dei settori d’indagine affrontati in prospettiva interdisciplinare.

I progressi compiuti nel corso del XX secolo sono di carattere esponenziale, con una notevole accelerazione a partire dagli anni ’50, allorché si rendono disponibili nuove strumentazioni e tecniche fisiche e chimiche. Grazie allora al microscopio elettronico, agli strumenti di registrazione dell’attività elettrica del cervello e dei neuroni, alle tecniche di neuroimmagine (tra cui in particolare la risonanza magnetica nucleare), ai metodi di intervento farmacologico e a sofisticati apparati sperimentali, si è giunti agli straordinari risultati odierni, che mi sembra riguardino due principali ambiti di ricerca: quello della *biochimica dei neuroni*, con tutte le nuove acquisizioni sui neurotrasmettitori, neuromodulatori, recettori neuronali, fattori di crescita, ecc.; e quello dell’*architettura anatomo-funzionale* del cervello, cioè dell’organizzazione di macro e micro-strutture da collegare alle funzioni mentali e ai comportamenti; campo di ricerca, quest’ultimo, che è confluito nella teoria delle “reti neurali”, ossia di circuiti nervosi a configurazione variabile e interconnessi in parallelo, localizzabili in modo “plastico” in aree cerebrali in parte mutevoli in funzione dell’esperienza e dell’età¹³.

Le neuroscienze del XX secolo hanno dunque compiuto enormi progressi nel chiarire i meccanismi elettrochimici del cervello e la sua micro-architettura anatomo-funzionale, costruendo modelli neurochimici e modelli neuropsicologici che devono essere ancora in parte integrati tra loro. Possiamo chiederci, allora, se queste nuove conoscenze acquisite possano dirci qualcosa di più sulla natura dell’uomo e sulla differenza con gli animali; se possano chiarire meglio cosa sia quel “razionale”, tradizionalmente attribuito all’essere umano, che si risolve in capacità di costruire una cultura e una società, e nella consapevolezza di un *Io* che rimane identico a se stesso nel mutamento spazio-temporale dell’esperienza. La “razionalità” umana, infatti, risulterebbe connotata da funzioni mentali in grado di realizzare opere straordinarie (scienza, tecnica, arte, organizzazioni politico-sociali, ecc.) di gran lunga superiori a qualsiasi cosa possano mai compiere i primati, cioè l’anello evolutivo immediatamente precedente all’uomo; e sarebbe inoltre caratterizzata dalla funzione della “coscienza”, ovvero dalla consapevolezza di un *Io* che riceve informazioni dal mondo esterno e agisce su di esso in base alla memoria del passato e alle previsioni del futuro seguendo scopi dettati da motivazioni, e che conserva la sua identità e unitarietà malgrado sia immerso nel divenire dell’esperienza.

Mi sembra che una possibile risposta delle neuroscienze contemporanee sia che le

13 Per le neuroscienze del XX secolo da un punto di vista storico si può vedere: J.-C Dupont, *Histoire de la neurotransmission*, Presses Universitaires de France, Paris 1999; A.L. Benton, *Exploring the History of Neuropsychology*, University Press, Oxford 2000; C. Morabito, *La mente nel cervello. Un’introduzione storica alla neuropsicologia cognitiva*, Laterza, Roma-Bari 2004.

funzioni mentali, compresa la “speciale” funzione della coscienza (che non può essere confusa con la funzione della “vigilanza” che determina e regola il livello di “attivazione” dei centri corticali addetti all’elaborazione dell’informazione e che pare sia compiuta dalla formazione reticolare, dal talamo e dal sistema limbico), possano *emergere* a un certo livello di organizzazione dei neuroni, ovvero di *complessità* dei loro fenomeni elettrochimici.

Ciò vorrebbe dire, diversamente da certe interpretazioni radicalmente riduzionistiche della cosiddetta “teoria dell’identità” o anche della “teoria eliminativa”, che le funzioni mentali e i fenomeni biochimici *non* sono la stessa cosa, ma che le prime si rivelano, *emergono* come una nuova “proprietà”, solo quando i neuroni hanno raggiunto un certo grado di organizzazione. I processi psichici, dunque, non sono solamente il risultato della somma delle proprietà biochimiche delle cellule nervose, ma sono qualcosa di nuovo e di diverso che scaturisce a un certo livello di interconnessione dei neuroni e di strutturazione dei loro rapporti. In tal caso, il fenomeno mentale ha una sua particolare modalità di esistenza e non si identifica con l’evento fisico-chimico.

Tale impostazione implica il “paradigma della complessità”, secondo cui un insieme di elementi interrelati, organizzati spazio-temporalmente in un certo modo, danno luogo a “proprietà” *emergenti* del tutto imprevedibili e non deducibili da quelle dei singoli elementi, proprietà che si rivelano quando la “densità” delle relazioni abbia superato una certa soglia critica, quando si strutturano reti che – secondo la teoria della complessità – presentano miliardi di “nodi” e di “lati” in uno spazio tridimensionale.

Alla fine del percorso storico che ho sommariamente delineato, troviamo allora che il problema della natura dell’uomo dal punto di vista delle neuroscienze diventa quello di capire quali nuove e diverse “proprietà”, facoltà mentali, capacità di espletare determinate funzioni sono *emerse* dalla sua peculiare organizzazione di neuroni. L’indagine è complessa e sottile, poiché si tratta di cogliere e comprendere il carattere *differenziale* dell’uomo rispetto agli animali, il tratto di *novità* oltre che quello di *continuità*, di capire quali funzioni sono da considerarsi *esclusive* dell’essere umano, e quali invece solo una estensione di quelle possedute in modo più limitato dai primati. Per una ricerca del genere, probabilmente, dovranno essere modificate e meglio articolate le tradizionali categorie psicologiche; pertanto, non sarà sufficiente parlare genericamente di pensiero, memoria, linguaggio, emozione, ecc., ma si dovranno distinguere generi e specie di tali funzioni da considerare specifiche dell’uomo e mostrare da quale particolare organizzazione neuronale sono emerse.

Per un’indagine di questo tipo sarà essenziale il contributo delle neuroscienze, le quali per esempio potrebbero mostrare – lo dico a puro titolo di ipotesi teorica – l’esclusività umana di strutture e circuiti neuronali per il riso e il senso del comico, per l’emozione estetica e il senso del bello, per la valutazione etica e il senso di colpa, per l’amore e l’odio (che sono emozioni diverse dal piacere-dispiacere comune anche agli animali), per l’esperienza della libertà, per la stessa coscienza, e così via. Non mi azzardo oltre e voglio solo indicare una possibile via. Ma voglio anche notare come, ponendo nell’elevato grado di complessità neuronale la distinzione tra uomo e primati, si comprenda perché la comparsa della specie umana sulla Terra possa costituire un “salto” ben più ampio di quello tra il regno vegetale e il regno animale. In altre parole, il vertiginoso aumento della complessità del cervello umano rispetto a quello dei primati, incremento che potrebbe essere reso possibile dalla

differenza di pochi geni, oltre a potenziare facoltà psichiche condivise, consentirebbe l'emersione di "capacità mentali" del tutto nuove e peculiari, di funzioni che permettono la dirimponte creazione della "cultura" e della "società", ovvero del *Mondo 3*.

Infine, è doveroso anche osservare che non è di per sé evidente che la complessità dell'organizzazione neuronale possa spiegare *del tutto* in modo esaustivo il mentale, che dall'aggregazione e cooperazione di meccanismi biochimici e reti neurali a un certo livello *emerge in toto* la mente umana, scaturisca quell'insieme di "vissuti psichici", di "esperienze interne o soggettive" di cui siamo consapevoli; non è scontato che la complessità biochimica e neuronale sia – come dicono i matematici –, oltre che condizione necessaria, anche condizione sufficiente per la mente dell'uomo.

Secondo una tradizione di pensiero – ripresa un po' di anni fa dal neurofisiologo, premio Nobel, John Eccles in un noto e discusso libro scritto con Popper¹⁴ – l'universo delle esperienze coscienti rivela un "residuo", una "eccedenza", un *quid* che non si risolve in una "proprietà emergente", ma rimanda a una realtà "altra" radicalmente – e ontologicamente – differente. Eccles può allora riproporre, in termini aggiornati, raffinati e sottili, la soluzione dualistico-interazionista del rapporto mente-cervello; può mostrare come sia "razionalmente" possibile, anche se "scientificamente" non verificabile, un interscambio tra il *Mondo 1* di materia-energia (*res extensa*) e il *Mondo 2* degli stati mentali o di coscienza (*res cogitans*).

Le speculazioni di Eccles non sono esenti da ambiguità e aporie, e la sua dottrina è stata variamente commentata e criticata. Tuttavia, malgrado le molte obiezioni che possono essere mosse alla sua ardita soluzione del *mind-body problem*, la riformulazione da lui compiuta, in accordo con le recenti conoscenze neuroscientifiche, della prospettiva cartesiana ha continuato a tenere viva, con tutta la sua carica problematica e speculativa, la discussione sulla corrispondenza tra l'oggettività dei meccanismi cerebrali e la soggettività dei significati mentali.

Su tale questione si è affannata anche la contemporanea "filosofia della mente"¹⁵, che ha utilizzato i progressi compiuti nel campo della *computer science*, della intelligenza artificiale e delle scienze cognitive per rielaborare e "ripensare" il tradizionale *mind-body problem*. In particolare, il rapporto tra mente e cervello è stato paragonato a quello tra "programma" (*software*) e "calcolatore" (*hardware*), ed è stata abbozzata, a partire dai lavori di Putnam e Fodor negli anni '60, una "teoria funzionalista" della mente, secondo cui quest'ultima è stata concepita come l'insieme dei *software* che possono funzionare con l'*hardware* del cervello umano. Tale distinzione tra programma e macchina calcolatrice, allora, non permette di "identificare" la funzione con il mero sostrato materiale del cervello, né tanto meno di "eliminarla"; asserisce invece l'autonomia del "mentale" rispetto al "cerebrale" e pone il problema di comprendere *da dove* scaturisca il *software* che codifica nei circuiti cerebrali l'informazione proveniente dall'ambiente e la utilizza in vario modo nel corso

14 J.C. Eccles/K.R. Popper, *L'io e il suo cervello*, cit.

15 Una sintesi efficace, con adeguata bibliografia, delle tematiche della contemporanea filosofia della mente si può trovare nella voce *Mente* di Sergio Moravia scritta per la *Enciclopedia Filosofica* (12 voll., Bompiani, Milano 2006, vol. 8, pp. 7268-7286). Cfr. anche S. Moravia, *L'enigma della mente. Il "mind-body problem" nel pensiero contemporaneo* [1986], Laterza, Roma-Bari, 1994².

della vita. È sorto così quell'indirizzo teorico denominato “paradigma disincarnato”, che ripropone in termini nuovi una sorta di dualismo rimodellato, e che è stato accusato, dai sostenitori dell'opposto “paradigma incarnato” (per il quale tutto si può spiegare con la “selezione neurale” operata dall'ambiente), di tornare a supporre un *homunculus* interno al cervello, a ipotizzare un “fantasma dentro la macchina”¹⁶.

Che si voglia credere o meno ai fantasmi, tuttavia, nulla impedisce alle neuroscienze di proseguire per la loro strada e ricercare i meccanismi elettrochimici e i circuiti neuronali; ma i filosofi, pur senza doverosamente ignorare i risultati da esse conseguiti, devono continuare a porsi il problema di capire se, in che misura, in che senso possa esistere “un di più”: un problema che, in fondo, è quello stesso della natura o essenza dell'umano.

16 G. Ryle, *The Concept of Mind*, Hutchinson's University Library, London 1949; tr. it. *Lo spirito come comportamento*, Einaudi, Torino 1955.