



Dalle emozioni ai sentimenti: come il cervello anima la nostra vita

di Pietro Pietrini

...quando, amico mio, il mio sguardo s'incupisce e il mondo
e il cielo calano nella mia anima sotto forma di una donna amata...
allora c'è spesso in me un pensiero struggente, un ardente desiderio:
oh, potessi mai dar corpo a tutto ciò...
J.W. GOETHE, *I dolori del giovane Werther*

Pagina accanto:

DONNA EMOZIONATA
DA FARE DIDASCALIA

Introduzione

Rabbia e gioia, dolore e piacere, odio e amore, paura e tranquillità, insoddisfazione e appagamento sono, insieme a molte altre, emozioni che caratterizzano la nostra esistenza e arricchiscono così con colori diversi ogni esperienza della nostra vita quotidiana. Persino quando siamo addormentati, i sogni frammezzano il nostro sonno regalandoci emozioni intense, talvolta anche più vivide e forti di quelle che viviamo da svegli. Se un avvenimento può darci emozioni, nondimeno, l'attesa stessa di un evento può farci vivere emozioni spesso più intense di quelle dell'evento medesimo (pensiamo al turbinio dell'animo – "pieni di speme e di gioia" – che precede il dì di festa ne *Il sabato del villaggio*). La capacità di esperire emozioni e sentimenti e generare comportamenti adeguati in risposta alle emozioni provate, non solo rende meno noiosa e più variopinta la nostra esistenza, ma è soprattutto un meccanismo fondamentale per la sopravvivenza. L'evoluzione ha dotato gli esseri viventi di questo meccanismo perché attraverso le emozioni, piacevoli e sgradevoli, essi possano guidare il loro comportamento nella maniera più vantaggiosa per la propria vita, evitando le situazioni pericolose e negative e al contempo inseguendo quelle gratificanti e positive. Procurarsi cibo e riparo, fuggire dai pericoli e proteggersi dai danni fisici, cercare un partner e riprodursi sono necessità condivise da tutti gli animali per sopravvivere e poter trasmettere il proprio patrimonio genetico alla generazione successiva. Ogni essere vivente – dai vermi agli uccelli, dai pesci all'uomo – è dotato di sistemi neurali più o meno complessi, volti a mettere in atto questi comportamenti finalizzati alla sopravvivenza e alla riproduzione dell'individuo. Non solo, gli organismi nei quali è presente un sistema nervoso centrale, con cervello e midollo spinale, pur appartenenti a specie diverse mostrano somiglianze ragguardevoli nell'organizzazione dei sistemi che regolano determinati comportamenti emotivi.

In questo breve articolo vorremmo condensare le conoscenze principali su ciò che rende possibile provare emozioni e sentimenti, su quale sia il significato biologico-evolutivo di emozioni e sentimenti e su come alterazioni della capacità di esperire emozioni e provare sentimenti possano avere un ruolo in gravi patologie mentali.

1. Le emozioni nella storia

Cantate da poeti e scrittori, esorcizzate dai drammaturghi, raffigurate dagli artisti, da sempre le emozioni e i misteri che circondano la loro origine hanno affascinato filosofi, pensatori e scienziati. Secondo l'antica dottrina medica orientale, l'origine delle emozioni andava ricercata negli organi viscerali del corpo: la dominanza di uno degli organi fondamentali – cuore, fegato, polmoni, reni e milza – venne così associata a stati emotivi e a caratteristiche distinte della personalità. Allo stesso modo, disturbi dell'umore e alterazioni della personalità e del comportamento furono ricondotti al cattivo funzionamento dell'uno o dell'altro viscere (Pietrini et al. 1999; Kaptchuk 1999). Per quanto alla luce delle conoscenze attuali queste teorie possano quasi far sorridere, va dato merito alla dottrina cinese di aver intuito un aspetto fondamentale, e cioè che l'esperienza di un'emozione è intimamente connessa a sensazioni e manifestazioni a carico degli organi del corpo e dell'intero organismo. Pensiamo, ad esempio, a cosa succede quando proviamo paura: il battito cardiaco aumenta di intensità e frequenza (sensazione di "cuore in gola"), il respiro diventa più rapido e superficiale, le mani si fanno sudaticce, le ginocchia tremano e così via. Parimenti, in numerose patologie psichiatriche che alterano l'equilibrio emotivo, sintomi somatici sono quasi invariabilmente presenti, basti rammentare la sensazione di "nodo in gola", il senso di costrizione toracica e le palpitazioni nell'ansia, i disturbi gastro-intestinali e il senso di pesantezza del corpo nella depressione, e altri sintomi ancora. Ma quale ruolo effettivamente giochino le manifestazioni fisiche periferiche nell'esperienza di un'emozione è rimasto argomento di accesa discussione fino a tempi recenti, anche ben dopo che si era capito che è il cervello l'organo deputato alla percezione e all'elaborazione degli stimoli emotivi. Anzi, l'aver riconosciuto che il cervello è la sede delle funzioni cognitive e della coscienza ha, in un certo senso, complicato il quadro.

A partire dal XIX secolo, infatti, si è assistito a un lungo e vivace dibattito su quale fosse il *primum movens* nella genesi della risposta emotiva, dibattito che ha visto confrontarsi opinioni diametralmente opposte. Alcuni studiosi, infatti, sostenevano che era la percezione cosciente di un evento a connotazione emotiva a dare inizio alla reazione emotiva sistemica a seguito del coinvolgimento del sistema nervoso autonomo, il quale è appunto responsabile dell'aumento del battito cardiaco, della frequenza respiratoria, della sudorazione palmare e delle altre modificazioni fisiche periferiche. A questa teoria si oppose fermamente lo psicologo americano William James il quale, nel 1884, in un celebre articolo intitolato *What is Emotion?*, affermò che l'esperienza cosciente di un'emozione altro non era che un evento secondario dovuto alla percezione degli effetti sull'organismo dell'espressione fisiologica dell'emozione stessa. Secondo la teoria di James, dunque, se incontriamo un orso sul nostro cammino, istintivamente scappiamo e interpretiamo come paura quelle modificazioni a livello fisico (quali appunto l'aumento del battito cardiaco e della frequenza del respiro) che si associano alla fuga e sono necessarie a mantenere l'organismo in grado di sostenere l'impegno fisico legato alla fuga (il battito cardiaco e il respiro aumentano per fornire una maggiore quantità di sangue ricco di ossigeno ai muscoli che sono in intensa attività). Più tardi, insieme al collega danese Carl Lange, James elaborò ulteriormente questa teoria per concludere che l'esperienza cosciente di un'emozione, quella che potremmo definire il *sentimento* che

accompagna un'emozione, si ha solamente dopo che la corteccia cerebrale ha ricevuto i segnali dei cambiamenti avvenuti a livello degli organi periferici. Quindi, quando vediamo un orso di fronte a noi, proviamo un sentimento di paura perché alla corteccia cerebrale è giunta la segnalazione che il nostro ritmo cardiaco è aumentato, che le nostre ginocchia tremano e che le nostre mani sono sudate. In altre parole, quindi, secondo James *non scappiamo perché abbiamo paura, ma abbiamo paura perché scappiamo*. Sebbene alcuni riscontri vadano nel senso proposto dalla teoria di James e Lange (ad esempio, pazienti con sezione traumatica del midollo spinale nei quali viene meno il *feedback* dagli organi viscerali e dalla periferia sembrano avere una risposta emotiva attenuata), altri invece non possono essere spiegati da essa. Una delle principali critiche alla teoria di James e Lange è il fatto che un individuo continua a provare una data emozione spesso ben oltre la cessazione dei cambiamenti fisici periferici e il ripristino della normalità. Nell'esempio citato sopra, la paura scaturita dall'incontro con l'orso può perdurare anche una volta che abbiamo smesso di correre e il battito cardiaco e la frequenza respiratoria sono tornati nella norma o addirittura può essere scatenata semplicemente dal ricordo dell'accaduto. Tutto ciò contrasta chiaramente con l'ipotesi che la risposta emotiva sia sostenuta unicamente dalle informazioni di ritorno dalla periferia, perché se così fosse, la risposta emotiva dovrebbe cessare al venir meno dei segnali periferici. La dimostrazione più evidente a discapito di questa teoria giunge dagli esperimenti che mostrano come la capacità di manifestare risposte emotive venga mantenuta anche dopo rimozione chirurgica della corteccia cerebrale; ad esempio, gatti decorticati, privati appunto della corteccia cerebrale, presentano tutti i segni della risposta aggressiva di rabbia (inarcamento del dorso, rigonfiamento del pelo, sfoderamento delle unghie, emissione di sibili), anche a seguito di provocazioni alquanto modeste o persino in assenza di qualsiasi stimolazione. Il comportamento emotivo di questi animali che hanno subito la rimozione della corteccia cerebrale, infatti, differisce da quello degli animali sani proprio per l'incapacità di regolare l'espressione del comportamento stesso. Tutto questo porta alla conclusione che un'emozione non può essere la semplice conseguenza dell'interpretazione da parte della corteccia cerebrale di segnali provenienti dagli organi periferici e che altre strutture cerebrali, oltre alla corteccia, devono essere necessariamente coinvolte. Al contempo, tuttavia, appare chiaro che la corteccia cerebrale deve esercitare un ruolo di controllo e modulazione sulla risposta emotivo-comportamentale dell'animale.

È stato solo in tempi relativamente recenti che ha cominciato a prender corpo una visione maggiormente integrata, in cui le emozioni vengono considerate sempre più come il frutto di un'interazione reciproca e dinamica tra segnali che provengono dalla periferia e che sono modulati da strutture sottocorticali, quali l'ipotalamo e l'amigdala, e segnali centrali, mediati dalla corteccia cerebrale. Questo progresso nella conoscenza della natura delle emozioni si è avuto soprattutto per due ragioni: la prima, per aver riconosciuto, come già abbiamo menzionato, che i sistemi cerebrali alla base dei comportamenti emotivi sono fortemente conservati nel corso dell'evoluzione; gli studi nei ratti, ad esempio, hanno consentito di comprendere moltissimi aspetti circa i meccanismi cerebrali della paura e della risposta a segnali di pericolo. La seconda ragione è rappresentata dal fatto che nel corso degli ultimi settanta-ottant'anni si è assistito a uno sviluppo senza pari delle metodiche di studio del cervello sia nell'animale sia nell'uomo. Da una parte, infatti, sono



emozioni: paura
(orso)

dida da fare

WILLIAM JAMES
DIDA DA FARE





FILM CHE EMOZIONA:
JULES E JIM
DIDASCALIA DA FARE

state messe a punto sofisticate metodologie di esplorazione funzionale *in vivo* del cervello che hanno consentito di realizzare anche nell'uomo in maniera del tutto sicura e non invasiva interessanti esperimenti volti a delucidare i correlati cerebrali delle funzioni mentali. Dall'altra, l'impressionante sviluppo delle tecniche di biologia molecolare ha consentito di cominciare a capire quanto il nostro bagaglio genetico, la "valigia" che ci preparano i nostri genitori al momento del concepimento e che ci portiamo dietro tutta la vita, influenzi il nostro comportamento e faccia sì che, messi al cospetto della stessa situazione, individui diversi possano mostrare comportamenti differenti.

2. La nascita delle neuroscienze affettive

Il progresso nella comprensione delle basi cerebrali delle funzioni mentali si è avvalso inizialmente dello studio clinico delle conseguenze legate a patologie e a traumi delle diverse parti del cervello: è così che, tristemente, le grandi guerre del XX secolo hanno fornito le casistiche di studio più ampie e numerose. In questo modo, osservando quali funzioni sono compromesse a seguito di lesioni più o meno definite di una determinata parte del cervello, si può inferire quali regioni cerebrali siano legate a certe attività della mente. Quest'approccio cosiddetto "ablattivo" è stato poi affiancato dagli studi di neurochirurgia funzionale che, inaugurati dal famoso neurochirurgo Penfield (Penfield e Rasmussen 1950), hanno consentito di esaminare gli effetti della stimolazione elettrica di ristrette zone corticali nel corso di interventi neurochirurgici e di ottenere quindi un riscontro effettivo del ruolo di una certa regione corticale. Si è visto, ad esempio, che la stimolazione della corteccia motoria induce movimenti degli arti del lato opposto del corpo, osservazione che ben si accorda con il fatto che individui con lesioni di questa parte della corteccia mostrano disturbi del movimento fino alla paralisi completa degli arti controlaterali.

Ma è solo nella prima metà del secolo scorso, con lo sviluppo dell'elettroencefalografia da parte di Berger (1929) che diviene per la prima volta possibile misurare un parametro oggettivo dell'attività cerebrale – l'attività elettrica legata alla comunicazione tra neuroni – senza che occorra aprire la scatola cranica. Negli ultimi trent'anni, infine, la nascita di metodologie innovative di esplorazione metabolico-funzionale del cervello, tra cui vanno menzionate in particolare la tomografia ad emissione di positroni (PET) e la risonanza magnetica funzionale (fMRI), ha permesso di studiare *in vivo* in maniera non invasiva i correlati neuro-funzionali che sottendono le attività cerebrali nell'uomo, compresi la vita emotiva e il comportamento (Raichle 1999; Pietrini et al. 1999, 2000a; Damasio 1994, 2000a,b; Rolls 1999; Davidson & Irwin 2000; Davidson 2000; Zalla et al. 2000) e le alterazioni che accompagnano la comparsa di disturbi mentali (Pietrini et al. 2000b; Drevets 2001; Swedo et al. 1992).

I risultati di questi studi hanno permesso di capire che tutto ciò che caratterizza le più svariate attività della nostra mente, dalla percezione di un lampo di luce o dall'esecuzione del più semplice atto motorio all'ascolto di una sinfonia, dalla soluzione di un calcolo matematico all'esperienza delle emozioni più vivide e delle passioni più intense, tutto ciò può venir ricondotto – senza voler assolutamente apparire riduzionisti – alla complessa interazione di milioni e milioni di neuroni

cerebrali che dialogano fra loro attraverso una fitta rete di sinapsi eccitatorie e sinapsi inibitorie in ogni istante della nostra esistenza (Raichle 1999; Pietrini et al. 2000a-b).

A lungo la ricerca scientifica, tuttavia, si è focalizzata soprattutto sugli aspetti cognitivi del pensiero umano, trascurando lo studio delle emozioni, considerate troppo soggettive e inefficaci per poter essere affrontate e spiegate in maniera scientifica (LeDoux 1996; Damasio 1994, 2000a-b).

Solo da poco hanno preso piede le cosiddette *neuroscienze affettive* (Davidson e Irwin 1999, 2000; Lane et al. 2000; LeDoux 1996) che hanno affrontato con rigore scientifico lo studio della complessità delle emozioni e dei meccanismi che le regolano, nel tentativo di dissezionare un'emozione in operazioni mentali semplici e di individuare i corrispettivi substrati neuronali sfidando il diffuso scetticismo.

3. Sentimenti, ovvero la coscienza di un'emozione

Abbiamo già visto come la finalità delle emozioni sia di promuovere comportamenti atti a favorire la vita e la sopravvivenza dell'individuo. In altre parole, lo scopo di un'emozione è quello di indurre una risposta specifica a livello di alcune strutture cerebrali cui fanno seguito modificazioni dello stato interno dell'organismo in modo finalizzato alla messa in atto d'una reazione comportamentale volta ad affrontare una determinata condizione. Riprendiamo l'esempio della situazione di pericolo: la reazione emotiva di paura serve ad allertare l'animale della presenza di un pericolo – quale un predatore – e a far sì che esso focalizzi la propria attenzione sull'oggetto del pericolo e metta in atto con prontezza la reazione più idonea per evitarlo o rimuoverlo. Il significato così generale delle finalità delle emozioni spiega come mai esse si ritrovino praticamente identiche non solo in tutti gli esseri umani che popolano il pianeta, ma anche in animali che occupano posizioni molto più basse nella scala evolutiva, compresi gli esseri che non hanno capacità di autocoscienza (LeDoux 1996; Tononi 2003). Per queste loro caratteristiche le risposte emotive, nella maggior parte, avvengono inconsciamente e senza bisogno di dover ricorrere alla coscienza per spiegarle (LeDoux 1996). La reazione emotiva sopra descritta che avviene in presenza di un pericolo può aver luogo ancor prima che il soggetto diventi cosciente di trovarsi in una situazione di pericolo potenziale. Studi condotti sia in animali sia nell'uomo hanno dimostrato che il fulcro di questo sistema di risposta è costituito da due piccole strutture che si trovano nella parte più interna degli emisferi cerebrali, chiamate amigdale. Le amigdale rispondono rapidamente a stimoli a valenza emotiva, quali la presenza di un pericolo, mettendo in atto la risposta emotiva idonea e al contempo mandando informazioni alle altre strutture cerebrali, compresa la corteccia. È solo quando l'informazione sensoriale che segnala la presenza del pericolo raggiunge la corteccia e viene processata che diventiamo consci del pericolo e proviamo quella reazione soggettiva che costituisce il *sentimento di paura*. Il nostro cervello, quindi, può in un certo senso "provare paura" ancor prima di noi, dove per "provare paura", ripetiamo, deve intendersi non il sentimento soggettivo ma la messa in atto della reazione emotivo-comportamentale. Non era poi tanto distante dalla verità Freud, quando sosteneva che la coscienza era solo la punta dell'iceberg dell'attività della mente. Quindi, la risposta emotiva avviene a livello inconscio e diviene sentimento solo se e quando raggiunge la

berger

DIDASCALIA DA
FARE





AMIGDALA
DIDASCALIA DA FARE
Amigdala

coscienza (LeDoux 1996). Studi con risonanza magnetica funzionale hanno dimostrato ad esempio che l'amigdala viene attivata dalla presentazione di stimoli negativi, come un volto con espressione aggressiva o un serpente, anche quando queste immagini vengano presentate in rapida sequenza mediante una particolare procedura di "mascheramento" con stimoli neutri che fa sì che il soggetto non si renda conto degli stimoli negativi (Whalen et al. 1998), cioè non sia cosciente di averli visti. Egualmente, soggetti con *blindsight*, ossia che non hanno coscienza di percezione visiva ma che sono in grado di discriminare l'orientamento di stimoli, e pazienti con estinzione visiva, privi anch'essi di percezione cosciente di stimoli visivi, mostrano risposta dell'amigdala alla presentazione visiva di stimoli a valenza emotiva (Dolan 2002). Considerato che le emozioni servono in primo luogo a promuovere i comportamenti più idonei a preservare la sopravvivenza, la capacità di mettere in atto una risposta emotiva anche solo al "sentore" di un pericolo e ancor prima di averne preso coscienza rappresenta un enorme vantaggio evolutivo: una frazione di secondo, infatti, può fare la differenza tra riuscire o non riuscire a evitare un pericolo. L'amigdala, pertanto, governerebbe un sistema sottocorticale, che non ha bisogno del contributo diretto della corteccia (si pensi agli esperimenti sui gatti decorticati descritti in precedenza), in grado di rispondere rapidamente anche a una grossolana, mal definita informazione sulla presenza di un potenziale pericolo, ben prima che l'individuo abbia avuto modo di valutare la situazione nel dettaglio attraverso le vie lunghe multisinaptiche (e pertanto inevitabilmente più lente) che portano l'informazione alla corteccia cerebrale. Immaginiamo ad esempio di trovarci a passeggiare su un sentiero di montagna e di scorgere improvvisamente qualcosa che sembra un serpente; un attimo dopo, tuttavia, tiriamo un sospiro di sollievo, ancora scossi da un brivido, perché quello che era sembrato un serpente in realtà era solo un ramo secco. Ma, per dirla con le parole di Joseph LeDoux, uno dei massimi esperti sui meccanismi cerebrali della paura, "è meglio scambiare un bastone per un serpente che un serpente per un bastone" (LeDoux 1996). Nell'esempio specifico, la reazione prontamente innescata dall'amigdala è quella che può farci fermare un passo prima di calpestare il serpente. Si noti che per fare tutto ciò non abbiamo bisogno di informazioni dettagliate e accuratamente elaborate dalla corteccia cerebrale (per esempio, sulle caratteristiche fisiche del serpente), ma solo ed esclusivamente della segnalazione di un (potenziale) pericolo (vi è qualcosa che *potrebbe* essere un serpente). Nel mondo animale, governato dalla lotta tra predatore e preda, tutto questo può significare la differenza tra la vita e la morte.

L'amigdala, non a caso definita *emotional computer* (LeDoux e Phelps 2000), riceve e risponde a tutti i tipi di stimoli a valenza emotiva, siano essi visivi, uditivi, olfattivi o gustativi (*ibid.*). Persino durante il sonno, in cui il sistema visivo viene vicariato dal sistema uditivo nel monitoraggio ambientale, l'amigdala "dorme con gli occhi aperti": a parità d'intensità sonora, stimoli emotivamente salienti (quali il proprio nome), ma non suoni neutri, inducono un'attivazione dell'amigdala e portano al risveglio del soggetto molto più frequentemente (Portas et al. 2000).

4. Quando le emozioni si ammalano

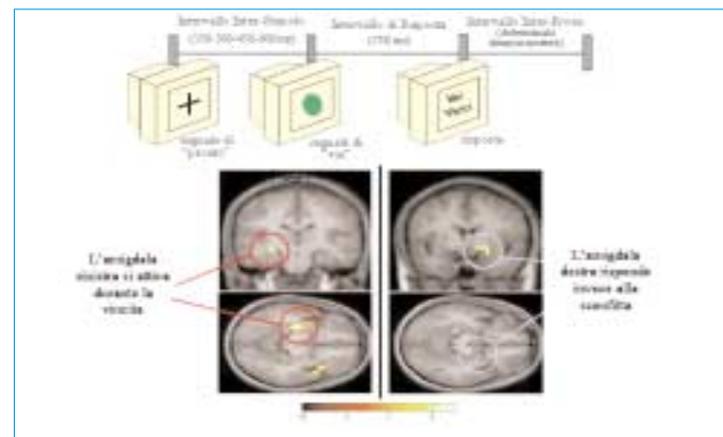
Emozioni e sentimenti, abbiamo detto, indirizzano i nostri comportamenti e arricchiscono la nostra esistenza. Ma talvolta il sofisticato equilibrio che regola il

Come il cervello elabora la vittoria e la sconfitta: studio di risonanza magnetica funzionale nell'uomo

Utilizzando la risonanza magnetica funzionale (fMRI) è stato possibile esaminare la risposta cerebrale quando l'individuo si trova esposto a situazioni di vincita (gratificazione) o, al contrario, a situazioni di perdita (insoddisfazione).

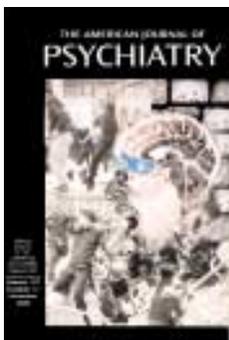
In uno studio condotto dal nostro gruppo, giovani soggetti sani con spiccata attitudine alla competizione sono stati sottoposti a una sfida altamente competitiva basata su un compito di velocità di reazione a stimoli visivi, che richiedeva loro di premere un pulsante il più velocemente possibile in risposta alla comparsa di un segnale (figura qui sotto). Durante il compito, i soggetti ricevevano un *feedback* inteso a informarli delle loro prestazioni nel corso del torneo. Il vincitore avrebbe ricevuto un premio in denaro. Ad insaputa dei partecipanti, tuttavia, il *feed-back* veniva determinato dallo sperimentatore in modo da variare l'andamento del torneo in maniera parametrica da una situazione fortemente positiva di vincita costante a una fortemente negativa di perdita, a prescindere dalla loro effettiva prestazione. In questo modo, nel corso dello studio fMRI, tutti gli individui passavano da sentimenti di gratificazione a sentimenti d'insoddisfazione, associati alle rispettive condizioni di vincita o di perdita.

I risultati dimostrano che l'amigdala processa le informazioni emotive relative a queste due condizioni e che esiste un ruolo distinto per l'amigdala di destra e quella di sinistra. I sentimenti di gratificazione esperiti mentre i soggetti vincono, inducono un'attivazione dell'amigdala sinistra; al contrario, i sentimenti d'insoddisfazione e scontento legati alla sconfitta comportano un'attivazione dell'amigdala destra. Va notato che la magnitudine dell'attivazione dell'amigdala sinistra, inoltre, era proporzionale all'intensità della situazione di vincita (da Zalla et al. 2000, modificata).



DIDASCALIA DA FARE
FUNZIONE DELLA
AMIGDALA

MIGDALA
DIDASCALIA DA FARE





sistema emotivo che ci fa provare paura di fronte a un pericolo o gioia per un successo, tristezza per una sconfitta, piacere assaporando un buon piatto o disgusto per un cattivo odore, questo equilibrio può – per le cause più varie e in molti casi ancora sconosciute – venir meno, con conseguenze drammatiche. Allora, non vi è più paura per un pericolo realmente presente ma ansia e fobie, non più transitoria tristezza per un evento spiacevole ma depressione che vela di nero tutto ciò che ci circonda, non più gioia e gratificazione per un successo ottenuto ma euforia incontrollabile. Emozioni e sentimenti, dunque, possono ammalarsi fino a sfociare in disturbi mentali anche gravi. L'aver cominciato a svelare il funzionamento normale dei sistemi cerebrali che regolano le emozioni ha aperto nuove prospettive per lo studio delle alterazioni patologiche che accompagnano i disturbi mentali e per determinare i meccanismi molecolari degli effetti di agenti farmacologici sul cervello. Si pensi, ad esempio, che studi PET condotti da laboratori indipendenti hanno messo in evidenza che in pazienti affetti da disturbo ossessivo-compulsivo era presente un'alterata funzione di alcune regioni cerebrali, in particolare nei lobi frontali. Nei pazienti che risposero al successivo trattamento, la ripetizione dell'esame PET rivelò una normalizzazione dei parametri di metabolismo cerebrale precedentemente alterati, a prescindere dal fatto che i pazienti avessero ricevuto un trattamento solo farmacologico o solo psicoterapico cognitivo (Swedo et al. 1992; Baxter et al. 1992). Dunque, approcci terapeutici così diversi e spesso considerati alternativi, sembrano condividere una via finale comune a livello molecolare cerebrale e lasciano ben sperare per lo sviluppo di strategie terapeutiche farmacologiche e psicoterapeutiche integrate.

5. Conclusioni, ovvero cosa il cervello pensa di se stesso

Abbiamo cercato di ripercorrere brevemente l'evoluzione del pensiero sulle emozioni e di offrire al lettore qualche spunto di riflessione su ciò che sappiamo e su come si sia arrivati a queste conoscenze. Sono stati volutamente ignorati aspetti importanti, quali il significato delle emozioni nelle interazioni sociali e i disturbi connessi – si pensi alla fobia sociale o alle alterazioni del comportamento –, gli effetti che il bagaglio genetico da una parte e l'ambiente culturale dall'altra esercitano sull'espressione emotiva dell'individuo; o, ancora, si è appena accennato al coinvolgimento delle emozioni nella patologia mentale. Il lettore interessato troverà nella bibliografia indicazioni utili per approfondire questi argomenti che ovvi limiti di spazio non hanno consentito di trattare.

Vorremmo infine osservare come da sempre le teorie avanzate per spiegare le funzioni mentali rispecchino lo stato delle conoscenze sociali e dei progressi del tempo. E così, se nel 300 a.C., la rivoluzionaria conquista dell'epoca fu la capacità di convogliare le acque all'interno degli acquedotti, rendendo possibile la vita in luoghi altrimenti ostili, non sorprende che il contemporaneo Talete sostenesse che tutte le funzioni mentali andassero attribuite al "liquor che bagna dentro e fuori il cervello" e avesse relegato quest'ultimo al semplice ruolo di sostegno per il fluire del liquor.

Avvicinandosi ai nostri giorni, è nell'epoca dei grandi navigatori e delle scoperte di nuove terre che, accanto alla definizione della geografia del globo, fiorisce la frenologia, dottrina che tenta di costruire una vera e propria "mappa geografica" delle attività mentali attribuendo a ogni protuberanza della volta cranica la localizzazione di una determinata funzione. Nel XX secolo, la scoperta della corrente elet-



PREDA E PREDATORE
DIDASCALIA DA FARE

trica e l'invenzione della lampadina fanno da sfondo alla scoperta di Berger della possibilità di rilevare l'attività elettrica dell'encefalo e alla nascita dell'elettroencefalografia, che studia i correlati elettrici dell'attività cerebrale normale e patologica. Più tardi, l'invenzione del telefono e lo sviluppo delle telecomunicazioni vide paragonare le intricate comunicazioni sinaptiche tra neuroni al funzionamento dei nodi telefonici che consentono di indirizzare il segnale da una parte o dall'altra. Infine, alla comparsa del computer, ha fatto riscontro il proliferare delle teorie che raffigurano il cervello come un sofisticato elaboratore di dati e, con il successivo avvento di Internet e della rete, è diventato comune parlare di reti neurali (*neural networks*). Sembra proprio che *il cervello guardi a se stesso con gli occhi della società che lo circonda*. Sarà così anche nella società infobiologica?

BIBLIOGRAFIA

- BAXTER L.R. JR, SCHWARTZ J.M., BERGMAN K.S. ET AL., *Caudate glucose metabolic rate changes with both drug and behavior therapy for obsessive-compulsive disorder*, in "Arch. Gen. Psychiatry" 49 (1992), pp. 681-689.
- BERGER H., *Über das elektroencephalogramm des menschen*, in "Arch. Psychiat. Nervenkr." 87 (1929), pp. 527-570.
- DAMASIO A.R., *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*, New York, G.P. Putnam's Sons, 1994 (trad. it.: *L'errore di Cartesio. Emozione, ragione e cervello umano*, Milano, Adelphi, 1999).
- DAMASIO A.R., *A second chance for emotion*, in LANE R.D. & NADEL L. (eds), *Cognitive neuroscience of emotion*, New York, Oxford University Press, 2000, pp. 12-23 (a).
- DAMASIO A.R., *Emozione e coscienza*, 1ª ed., Milano, Adelphi, 2000 (b).
- DAVIDSON R.J., IRWIN W., *The functional neuroanatomy of emotion and affective style*, in "Trends Cogn. Sci." 3.1 (1999), pp. 11-20.
- DAVIDSON R.J., *Cognitive neuroscience needs affective neuroscience (and viceversa)*, in "Brain



CEVELLO,
FRENNOLOGIA,
EMOZIONI
DIDASCALIA DA
FARE

- Cognition" 42 (2000), pp. 89-92.
- DARWIN C., *The expression of the emotions in man and animals*, Oxford, Oxford University Press, 1998 (pubblicazione originale 1872).
- DAVIDSON R.J., IRWIN W., *Functional MRI in the study of emotion*, in MOONEN C.T.W. & BANDETTINI P.A. (eds), *Functional MRI*, Berlin, Springer, 2000, pp. 487-499.
- DOLAN R.J., *Emotion, cognition and behaviour*, in "Science" 298 (2002), pp. 1191-1194.
- DREVETS W.C., *Neuroimaging and neuropathological studies of depression: implications for the cognitive-emotional features of mood disorders*, in "Curr. Opin. Neurobiol." 11 (2001), pp. 240-249.
- JAMES W., "What Is Emotion?", in "Mind" 9 (1884), pp. 188-205.
- KAPTCHUK T.J., *The Web that has no weaver: understanding chinese medicine*, McGraw-Hill, 1999.
- LANE R.D., NADEL L., ALLEN J.J.B., KASZNAK W., *The study of emotion from the perspective of cognitive neuroscience*, in LANE R.D. & NADEL L. (eds), *Cognitive neuroscience of emotion*, New York, Oxford University Press, 2000, pp. 3-11.
- LEDoux J.E., *The emotional brain*, New York, Simon & Schuster, 1996 (trad. it.: *Il cervello emotivo. Alle radici delle emozioni*, Milano, Baldini e Castoldi, 1998).
- LEDoux J.E., PHELPS E.A., *Emotional networks in the brain*, in LEWIS M. & HAVILAND-JONES J.M. (eds), *Handbook of emotions*, New York, The Guilford Press, 2000, pp. 157-172.
- PENFIELD W., RASMUSSEN T., *The cerebral cortex of man: a clinical study of localization of function*, New York, Macmillan, 1950.
- PIETRINI P., FUREY M.L., GUAZZELLI M., *In vivo biochemistry of the brain in understanding human cognition and emotions: towards a molecular psychology*, in "Brain Res. Bull." 50 (1999), pp. 417-418.
- PIETRINI P., GUAZZELLI M., BASSO G., JAFFE K., GRAFMAN J., *Neural correlates of imaginal aggressive behavior assessed by positron emission tomography in healthy humans*, in "Am. J. Psychiatry" 157 (2000), pp. 1772-1781 (a).
- PIETRINI P., ALEXANDER G.E., FUREY M.L., HAMPEL H., GUAZZELLI M., *The neurometabolic landscape of cognitive decline: in vivo studies with positron emission tomography in Alzheimer's disease*, in "Int. J. Psychophysiol." 37 (2000) pp. 87-98 (b).
- PORTAS C.M., KRAKOW K., ALLEN P., JOSEPH S O., ARMONY J.L., FRITH C.D., *Auditory processing across the sleep-wake cycle: simultaneous EEG and fMRI monitoring in humans*, in "Neuron" 28 (2000), pp. 991-999.
- RAICHLER M.E., *Modern phrenology: maps of human cortical function*, in "Ann. N.Y. Acad. Sci." 30: 882 (1999), pp. 107-118.
- ROLLS E.T., *In the brain and emotion*, New York, Oxford University Press, 1999.
- SWEDO S.E., PIETRINI P., LEONARD H.L., SCHAPIRO M.B., RETTEW D.C., GOLDBERGER E.L., RAPOPORT S.I., RAPOPORT J.L., GRADY C.L., *Cerebral glucose metabolism in childhood-onset OCD during pharmacotherapy*, in "Arch. Gen. Psychiatry" 49 (1992), pp. 690-694.
- TONONI G., *Galileo e il fotodiode. Cervello, complessità e coscienza*, Roma-Bari, Laterza, 2003.
- WHALEN P.J., RAUCH S.L., ETCOFF, N.L., MCINERNEY S.C., LEE M.B., JENIKE M.A., *Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge*, in "J. Neurosci." 18 (1998), pp. 411-418.
- ZALLA T., KOEHLIN E., PIETRINI P., BASSO G., AQUINO P., SIRIGU A., GRAFMAN J., *Differential amygdala responses to winning and losing: a functional magnetic resonance imaging study in humans*, in "Eur. J. Neurosci." 12 (2000), pp. 1764-1770.

