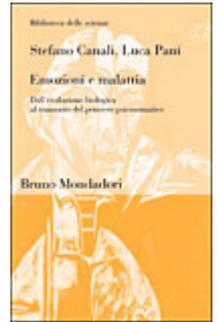


Brani da

Stefano Canali e Luca Pani

*Emozioni e malattia. Dall'evoluzione biologica al tramonto della medicina psicosomatica.*

Bruno Mondadori Editore, Milano, 2003



# 1 Teorie dell'evoluzione e approcci evoluzionistici alla comprensione delle emozioni e delle malattie

Pur costituendo la struttura teorica fondamentale delle scienze della vita, l'evoluzionismo ha sinora trovato scarsa accoglienza in medicina. Come discusso nell'introduzione, questa mancata assimilazione ha fatto sì che le scienze biomediche continuassero a far riferimento ad un modello fondamentalmente cartesiano, segnato dal dualismo mente/corpo, fermo ad una rappresentazione meccanicistica del corpo umano e della malattia, incapace di contemplare il carattere storico, individuale e plurifattoriale degli stati patologici.

Proprio nell'evoluzionismo darwiniano, invece, prendeva corpo il carattere fondante delle differenze individuali e della storicità nei fatti biologici, la loro reciproca dipendenza mediata dalla selezione naturale e codificata nel patrimonio genetico. Nell'evoluzionismo venivano così formulati i concetti per una apertura della medicina verso l'individualità e la dimensione storica su base scientifica, in particolare sul solido terreno della genetica, non su rarefatti ed intangibili appelli alla centralità della persona.

Pur in alcuni suoi aspetti controversi, il concetto di adattamento formulato nelle dottrine evoluzionistiche già nei teorici prima di Darwin, ha delineato un modo nuovo di interpretare il cosiddetto rapporto mente-corpo e le correlazioni nell'individuo tra espressioni comportamentali e aggiustamenti fisiologici, fatti centrali in medicina e caratterizzanti la psicosomatica. Allo stesso modo, l'approccio evoluzionistico e il concetto di adattamento hanno reso possibile la tematizzazione della storia individuale e il suo collegamento alla storia della specie, alla dimensione genetica, ovvero indicando i tratti di continuità tra cause in gioco nei processi patogenetici.

Dalla categoria di adattamento ha preso poi le mosse la definizione funzionale delle emozioni, allo stesso tempo collegata ai processi di assimilazione all'ambiente, di regolazione biologica e comportamentale finalizzate alla sopravvivenza individuale e della specie. In questo senso, l'evoluzionismo ha indicato una possibile via biologica alla comprensione delle malattie psicosomatiche, delle patologie *ex emotione*, e dei disturbi psichiatrici, strutturando lo schema interpretativo di fondo per la successiva riduzione di questi temi alla genetica molecolare.

Analizziamo ora la storia dell'evoluzionismo, dei suoi concetti fondamentali, delle profonde revisioni epistemologiche che esso sta imponendo alla teoria della medicina, al problema mente/corpo e alla psicosomatica.

## 1.1 L'evoluzionismo di Lamarck: adattamento ed emozioni

La teoria dell'evoluzione è associata per definizione al nome di Charles Darwin, alla sua opera del 1859, *L'origine delle specie*, in cui sono dettagliati i meccanismi della trasformazione biologica e le prove a supporto dell'evoluzionismo. In realtà, il primo scienziato a proporre una organica, coerente ed elaborata visione evoluzionistica del mondo vivente fu il naturalista francese Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829). La dottrina lamarckiana interessa la nostra analisi in quanto essa tematizza per la prima volta il ruolo adattativo delle emozioni.

L'evoluzione biologica costituisce la condizione e la legge fondamentale della vita. L'evoluzionismo è così la trama teorica che unifica e rende tra loro coerenti le scienze biologiche. Non è un caso quindi che Lamarck, padre dell'evoluzionismo, era anche il primo a concepire l'unità delle scienze del vivente, proponendo nel 1801 il termine *biologia*.

L'evoluzionismo di Lamarck tuttavia si poggiava su due postulati erronei: l'idea che esistesse un impulso interno alla trasformazione delle strutture e delle funzioni biologiche e l'ipotesi dell'ereditarietà dei caratteri acquisiti.

Secondo Lamarck, l'evoluzione era mossa in primo luogo da una specifica proprietà dei processi biologici, da una caratteristica tendenza alla creazione di organi e funzioni nuove. Scriveva Lamarck nel *Discorso inaugurale del suo corso di zoologia dell'anno 1800*: «Il movimento organico non solo ha la proprietà di sviluppare l'organizzazione dei viventi, ma anche quella di moltiplicarne gli organi e le relative funzioni».

La trasformazione delle specie viventi, inoltre, dipendeva, secondo Lamarck, dall'azione dell'ambiente che, tramite l'uso e il disuso degli organi, produce negli individui viventi modificazioni fisiche capaci di trasmettersi ai discendenti (ereditarietà dei caratteri acquisiti). Questa era la sua ipotesi: i cambiamenti dell'ambiente, ad esempio le modificazioni climatiche, la vicinanza e la competizione di una specie biologica prima assente, o lo stesso cambiamento delle abitudini dell'animale costringono l'organismo a modificare i comportamenti funzionali alla soddisfazione dei suoi bisogni. Questi nuovi comportamenti però mutano l'uso strumentale degli organi e delle strutture anatomiche. Un organo e delle membra si troveranno ad essere maggiormente utilizzate e per questo, a garanzia della funzionalità, andranno incontro ad un processo di sviluppo - è il caso della lingua del formichiere, del collo della giraffa, cresciuto per mangiare le foglie più in alto sugli alberi ed altrimenti inaccessibili -, altre cadranno in disuso e potranno degenerare, come per esempio l'occhio della talpa, inutile nei cunicoli in cui l'animale vive, gli arti dei Mammiferi

acquatici, trasformati in pinne, organi più adatti delle zampe per la vita nei mari, e così via. Questi caratteri individualmente acquisiti si trasmettono alla discendenza. Così, lentamente, un'intera popolazione sottoposta alle stesse pressioni ambientali si modifica progressivamente nella struttura corporea e nel comportamento ricalcando gli schemi dell'adattamento individuale.

La trasformazione delle specie in Lamarck si legava quindi saldamente all'idea di adattamento all'ambiente. Egli intendeva interpretare in senso scientifico e non creazionistico la straordinaria corrispondenza tra abitudini e organizzazione anatomica e funzionale degli organismi, tra conformazione fisica e ambiente abitato: le ali e le ossa cave e leggerissime degli uccelli, gli artigli possenti dei felini, la pelliccia degli animali polari, la "vista" notturna dei pipistrelli; l'armonioso e stupefacente adattamento degli animali al loro ambiente, ai loro stili di vita.

In Lamarck, l'adattamento, motore dell'evoluzione, era un'attiva modellazione fisica dell'organismo, imposta dal cambiamento dell'uso degli organi, in risposta a problemi posti dall'ambiente e relativa ai suoi specifici bisogni vitali. Secondo Lamarck, le emozioni erano lo strumento principale con cui gli animali realizzano l'adattamento, organizzando in maniera efficace nuovi comportamenti in relazione a nuove pressioni ambientali. Attraverso le emozioni gli animali, ipotizzava Lamarck, sentono i "disordini interiori" provocati da uno stress ambientale o da un bisogno organico emergente (la fame, la sete, il desiderio di accoppiarsi, il bisogno di riposarsi, ecc.) e sono motivati a compiere certe azioni, ad usare determinati organi per portare nuovamente ordine nei processi biologici interni. L'adattamento individuale e delle specie viventi, in questa prospettiva, poggiava sulle funzioni emotive in quanto capaci di innescare le modificazioni dell'uso degli organi alla base della trasformazione organica. Tuttavia Lamarck sbagliava immaginando che i caratteri somatici individualmente acquisiti potessero trasmettersi con la riproduzione. Un padre non trasmette al figlio una muscolatura poderosa acquisita con un intenso esercizio fisico, in quanto le alterazioni del corpo prodotti dall'uso degli organi non hanno alcun effetto sul programma genetico responsabile della trasmissione dei caratteri. Con ciò il lamarckismo cade. Nondimeno la sua intuizione sul ruolo adattativo delle emozioni era, come vedremo, al centro dell'odierno dibattito sulla malattia "psicosomatica" e sulla medicina evoluzionistica.

## **1.2 La teoria dell'evoluzione di Spencer: verso una riformulazione evoluzionistica del problema mente-corpo**

Lamarckiano convinto era l'inglese Herbert Spencer, un altro pensatore ad anticipare Darwin nell'esposizione di una visione evoluzionistica della vita. Nel 1852, sette anni prima della pubblicazione dell'*Origine delle specie* di Darwin, Spencer aveva fatto uscire *L'ipotesi dello sviluppo*, in cui avanzava una concezione evoluzionistica ispirata a quella di Lamarck. Come Lamarck, Spencer credeva che esistesse una pulsione connaturata alla trasformazione biologica e che gli adattamenti all'ambiente realizzati dagli individui di una specie potessero trasmettersi per via ereditaria ai discendenti, modificando così pian piano la specie stessa.

A differenza di quello di Darwin e di Lamarck, l'evoluzionismo di Spencer è una visione metafisica totalizzante. Egli infatti era convinto dell'esistenza di una tensione evolutiva a tutti i livelli dell'essere, dal cosmo, alla vita, dalla dimensione psicologica a quella etica. Secondo Spencer, tutto nell'universo si trasforma, si evolve, seguendo tre leggi essenziali:

- 1) il passaggio da forme meno coerenti a forme più coerenti, come ad esempio il sistema solare, sorto da una nebulosa;
- 2) il passaggio dall'omogeneo all'eterogeneo, come ad esempio la differenziazione dei tessuti a partire da una cellula fecondata nello sviluppo individuale degli esseri viventi, la speciazione da antenati comuni che si osserva nell'evoluzione biologica;
- 3) il passaggio dall'indefinito al definito, come ad esempio la specializzazione ecologica ed etologica negli esseri viventi, la specializzazione dei compiti all'interno di una stessa razza di animali, la specificazione dei compiti e delle funzioni degli individui nell'evoluzione delle civiltà umane.

Questa caratterizzazione metafisica, questa estensione data al concetto di evoluzione e l'eccezionale impegno di Spencer nella divulgazione dell'evoluzionismo spiegano come mai molte delle immagini associate all'evoluzionismo nel senso comune vengano dalle elaborazioni del filosofo inglese, piuttosto che da Darwin. La famosa espressione "sopravvivenza del più adatto" con cui spesso, impropriamente, si intende indicare il meccanismo direttivo dell'evoluzione è l'esempio più famoso in questo senso.

Spencer fu il primo ad applicare il punto di vista evoluzionistico per spiegare la natura e l'origine dei fenomeni psicologici, dell'adattamento realizzato per via comportamentale. Nella sua opera *I principi di psicologia*, uscita nel 1855, egli tentava di chiarire in base all'ipotesi evoluzionistica come i processi psicologici possano emergere gradualmente dai fenomeni biologici.

Spencer riteneva che le funzioni psicologiche costituissero una manifestazione dell'adattamento, la funzione in grado di ordinare la risposta motoria in base alle afferenze dei sensi. In questo senso le emozioni e la conoscenza venivano radicalmente legate alle regolazioni organiche nel piano in cui queste ultime, necessariamente, mettono in gioco la classificazione dell'ambiente. Una volta emerse con l'evoluzione però le emozioni diventano un mezzo per estendere le possibilità di adattamento. Spencer intendeva così le emozioni come «una classificazione organica delle impressioni» in grado di indurre una risposta comportamentale e fisiologica pronta e funzionale alla situazione.

Il fatto mentale rappresenta la sintesi fra le variabili, via via più numerose nel corso dell'evoluzione, dell'ambiente esterno e quelle proprie dei processi vitali. La logica delle emozioni e della conoscenza coincide con la logica dell'aggiustamento, con l'insieme delle azioni finalizzate grazie alle quali l'animale compensa ("counterbalance") gli squilibri interni causati dalle trasformazioni e dai processi in atto nell'ambiente. Questa logica va progressivamente complicandosi proporzionalmente allo specificarsi di funzioni fisiologiche sempre più divergenti e peculiari. Il percorso di questo sviluppo, secondo la visione di Spencer, non può ammettere soluzioni di continuità. Evolutivamente questa logica si concreta dapprima come semplice riflesso, poi come istinto, quindi come emozioni, in ultimo come memoria e intelletto. Secondo Spencer, nulla viene perso nella mente umana di questo cammino evolutivo, negli istinti, nelle emozioni, nella coscienza, negli stessi valori morali. L'evoluzione registra le tracce, gli schemi psicologici, i modelli di comportamento che più sono risultati utili alla sopravvivenza dell'individuo e della specie, li iscrive nel sistema nervoso e l'ereditarietà ne permette la trasmissione ai discendenti. Dunque, la nostra psiche, secondo la psicologia evoluzionistica di Spencer, contiene degli elementi *a priori*, innati, come sostenevano i filosofi Kant e Leibniz. A differenza di Kant e Leibniz, per Spencer gli elementi *a priori* però sono tali soltanto per gli individui, in quanto per la specie sono acquisiti attraverso l'evoluzione e quindi *a posteriori*. L'evoluzione, tesa all'adattamento all'ambiente, determina l'emergenza di questi schemi di comportamento e allo stesso modo l'estinzione, di questi "istinti" e inclinazioni emotive ed intellettuali. L'ambiente tuttavia può talora cambiare così in fretta da impedire un'adeguata ed efficiente modificazione adattativa di queste tracce psicologiche. Questa ipotesi di Spencer, vedremo, costituisce un valido modello interpretativo di certi disordini psichiatrici attualmente molto diffusi.

Al di là delle pretese metafisiche e speculative, l'evoluzionismo di Spencer aveva ridotto i fenomeni psicologici ad un aspetto particolare e ad uno strumento del generale processo di aggiustamento, delle relazioni esterne a quelle interne fisiologiche, con cui gli organismi si mantengono vivi. Nel far ciò egli aveva svincolato la psicologia dalle astrattezze della filosofia, il suo oggetto di indagine coincideva, ora, con l'oggetto generale delle scienze della vita. La scienza biologica dell'adattamento aveva fissato l'identità funzionale di corpo e mente.

### **1.3 L'evoluzionismo di Darwin: variabilità genetica e selezione naturale**

Il lamarckismo era stato esposto organicamente nella *Filosofia Zoologica*, pubblicata da Lamarck nel 1809, anno di nascita Charles Darwin. Cinquant'anni più tardi, Darwin faceva uscire *L'Origine delle specie*, uno dei libri più importanti della cultura, non solo della scienza, occidentali. L'evoluzionismo esposto in quest'opera differiva fortemente da quello di Lamarck e Spencer. Il meccanismo dell'evoluzione era più lento, esageratamente prodigo – dissipatore –, meno efficiente di quello lamarckiano. Gli organismi non avevano un ruolo attivo nella trasformazione delle specie, l'evoluzione non era finalistica, l'adattamento frutto in larga parte del caso. Ma la sua formulazione ha retto al vaglio degli sviluppi delle scienze biologiche e resta l'impianto teorico fondamentale dell'evoluzionismo contemporaneo e della concezione generale della vita.

Darwin cominciava ad elaborare la sua teoria dell'evoluzione al ritorno di un lungo viaggio naturalistico intorno al mondo, partendo da alcune fondamentali considerazioni sulle proprietà degli organismi viventi:

1) Tutti gli organismi di una specie sono diversi l'uno dall'altro, sono unici, ed esiste negli esseri viventi la tendenza a produrre variazioni nei caratteri somatici trasmessi con la riproduzione a causa dell'imperfezione dei meccanismi dell'eredità biologica;

2) Queste differenze e queste variazioni casuali, sono in parte ereditarie e si trasmettono ai discendenti con la riproduzione: i genitori alti tendono ad avere figli alti, i genitori con gli occhi chiari figli con occhi chiari, ecc.;

3) Gli organismi producono più prole di quella che può sopravvivere fino al momento della riproduzione: la vita tende a crescere ad un ritmo esponenziale non sostenibile dalle risorse naturali (cibo, acqua, territorio) e dai rapporti di competizione con le altre specie;

Se gli organismi variano e sono diversi l'uno dall'altro e non tutti possono sopravvivere per la limitatezza delle risorse e la competizione con le altre specie, allora gli organismi che sopravvivono e si riproducono maggiormente sono quelli che possiedono variazioni ereditarie vantaggiose in quell'ambiente, in quella situazione ecologica ed etologica (per esempio aumento delle dimensioni, nuovo comportamento, nuove forme corporee, nuovi organi e nuove funzioni biologiche, ecc.). Gli organismi che variano casualmente in queste direzioni dunque tendono ad avere più prole rispetto agli altri membri della popolazione e quindi all'interno della specie la frequenza dei geni che determinano questi caratteri favorevoli aumenta, dando luogo all'evoluzione. La sopravvivenza differenziale e la riproduzione sono la *selezione naturale*: l'agente che orienta l'evoluzione biologica.

Dunque secondo Darwin l'evoluzione si realizzava attraverso i meccanismi della variazione casuale e della selezione naturale. Nel programma genetico nulla viene direttamente cambiato dall'ambiente e/o dal comportamento animale (come era per il lamarckismo); l'ambiente può solamente sottoporre a verifica, scegliere, conservare per selezione naturale le variazioni più vantaggiose, quelle che danno un successo riproduttivo in uno specifico sistema ecologico ed etologico: artigli più forti per un predatore, oppure arti più sottili se la sua preda favorita tende a nascondersi in piccoli anfratti; un olfatto più sensibile per un cacciatore notturno, oppure un udito o una vista più sensibili se le prede che predilige sanno nascondere gli odori; un sistema locomotore più efficiente, oppure apparati anatomici esca per cacciare senza muoversi; sistemi di mimetizzazione o dimensioni più piccole per una preda o ancora sistemi di difesa come

aculei, veleni, corazze; meccanismi di parassitismo o di simbiosi, se ciò risulta utile alla sopravvivenza. Da questo punto di vista, la selezione naturale può scegliere e conservare anche variazioni somatiche e funzionali a carattere apparentemente “patologico”, è sufficiente che esse diano un vantaggio per la sopravvivenza e la riproduzione. In certi casi, addirittura, la selezione può giungere a conservare anche variazioni genetiche che riducono la fecondità, come è avvenuto in molte specie d’insetti in seguito all’introduzione di DDT. Ciò perché tali variazioni miglioravano la resistenza agli insetticidi e, pur inibendo la fertilità, aumentavano comunque il successo riproduttivo differenziale.

Dopo Darwin, l’evoluzionismo ha dettagliato ulteriori meccanismi che intervengono nella trasformazione delle specie viventi e che quindi hanno determinato la costruzione dell’organismo umano nelle sue strutture e funzioni, normali e morbose, manifestazioni mentali incluse. Uno dei casi più interessanti è quello della selezione sui caratteri espressi da più geni, da più elementi del codice genetico. Ad esempio l’aumento della taglia del corpo, espressione dell’azione di molti elementi genetici, può essere selezionata per un relativo vantaggio riproduttivo, ma il complesso di variazioni così selezionato porta con sé trasformazioni genetiche e quindi fisiologiche che possono esporre l’organismo a certe malattie, compromettere determinati adattamenti individuali all’ambiente o precisi meccanismi di difesa biologica. Allo stesso modo, le trasformazioni a carico dei caratteri ereditari sono condizionate dagli effetti sugli altri caratteri e quindi certe debolezze dell’organismo sono in realtà il miglior compromesso ai fini riproduttivi tra gli effetti di una modificazione a carico di un organo e del comportamento e le conseguenti trasformazioni sul resto del corpo e delle abitudini. Un esempio di questo tipo di compromesso evolutivo è il diametro della pelvi, stretto e poco funzionale per il parto umano per il fatto che solo ridotte dimensioni possono assicurare una adeguata efficienza per i collegamenti ossei e muscolari delle gambe e del tronco: un compromesso che in parte spiega lo stadio di sviluppo molto precoce dei neonati umani.

L’idea di selezione naturale e gli altri elementi teorici con cui l’evoluzionismo spiega i fenomeni di trasformazione del vivente, in tal senso, permettono anche di comprendere certi aspetti delle malattie, dei disordini psicosomatici e psichiatrici, come “effetti collaterali” del processo evolutivo e quindi di indagare le cause remote e altrimenti inaccessibili di molti stati patologici. In questa direzione concettuale ha cominciato a muovere i suoi primi passi la cosiddetta medicina darwiniana, settore di studi che illustreremo successivamente.

### 1.3.1 Darwin e le emozioni

Pur non considerando le emozioni come il motore dell’evoluzione, alla stregua di Lamarck e Spencer, Darwin riservava allo studio delle reazioni emozionali un’attenzione del tutto particolare. La sua visione della vita, unitaria e storica, inquadrava le dimensioni del vivente entro un unico corso evolutivo, legando così i fenomeni biologici di base ai processi psicologici. Egli era convinto, così, che la teoria dell’evoluzione doveva essere usata per strappare l’indagine sulla mente alla metafisica e alla filosofia, portandola finalmente entro il dominio delle scienze positive. L’evoluzionismo poteva spiegare la mente illustrandone la storia naturale, la progressiva emergenza da stadi di organizzazione più semplici, dare un senso alle sue correlazioni con l’anatomia e le funzioni del corpo. Poteva accostare i fenomeni psicologici a quelli fisiologici, indicandone la funzione ai fini della sopravvivenza e dell’adattamento, descrivendone il valore selettivo. Da questo punto di vista, le emozioni rappresentavano un elemento di eccezionale interesse. Nessun altro fenomeno della vita dimostra la correlazione tra sfera biologica e dimensione psicologica, nessun altro processo si presta così bene all’esame della continuità evolutiva tra la psiche umana e i comportamenti delle altre specie animali. Ciò spiega come mai Darwin abbia lavorato allo studio delle emozioni molto prima di giungere a formulare la sua teoria dell’evoluzione e perché le osservazioni sulle emozioni siano state un materiale d’analisi importante nel processo stesso di definizione della teoria darwiniana.

Soltanto parte dell’enorme mole di materiale sulle emozioni raccolto in vari decenni di studio, sparso in diversi taccuini, lettere, appunti, fotografie e ritratti annotati, questionari spediti in tutto il mondo, osservazioni sui suoi figli e altro ancora è stato usato da Darwin in forma organizzata per dare alle stampe nel 1872 una ponderosa monografia scarsamente considerata dai contemporanei, oggi scoperta feconda ed attuale, *L’espressione delle emozioni negli animali e nell’uomo*.

In quest’opera, Darwin suggeriva che le emozioni hanno un’origine evolutiva e quindi possono essere comprese a partire dal loro vantaggio selettivo e dalla loro storia. Egli indicava tre principi generali alla base dell’espressione delle emozioni: 1) il principio delle abitudini associate utili, 2) il principio dell’antitesi, 3) il principio degli atti determinati dalla costituzione del sistema nervoso.

Il principio delle abitudini associate utili afferma che ogni atto capace di ridurre un disagio, una tensione, di dare sollievo e piacere tende a trasformarsi in abitudine in virtù della ripetizione e a trasmettersi alla discendenza per apprendimento, per imitazione ovvero a fissarsi nel patrimonio ereditario della specie. La forza di questa abitudine è tale da provocare la ripetizione dell’atto ogni volta che si riproduce la stessa emozione, anche quando ciò non dà alcun vantaggio o non ha più una specifica funzione. Le trasformazioni dell’ambiente e della specie che intervengono nel corso dell’evoluzione spesso rendono queste espressioni non più adattative. Esse si riducono così a resti vestigiali, frammentari, minimi, disfunzionali e potenzialmente in grado di causare danno all’organismo.

Uno dei numerosissimi esempi di abitudini associate utili a livello di individuo è offerto dai gatti. Essi talora quando si trovano sdraiati su un cuscino o su un altro oggetto soffice danno dei colpetti leggeri e ritmati con le zampe anteriori e le dita distese come fanno i gattini sul ventre della madre per stimolare la secrezione di latte; quindi succhiano con la bocca il cuscino e fanno le fuse, di nuovo esattamente come i gattini quando poppano. Un esempio di vestigia evolutive di una espressione emotiva originariamente utile, ormai avente solo una funzione comunicativa, è invece l'atto dello scoprire i denti durante una crisi di collera, atto che riporta all'abitudine adattativa di mordere durante la lotta degli antenati dell'uomo e degli animali in generale. Un altro esempio del genere è l'atto di tirare fuori la lingua o di sputare in segno di disprezzo, comportamento adattativo associato all'introduzione di qualcosa di sgradevole o ripugnante in bocca diventato col tempo e con l'evoluzione umana soprattutto un segnale universale di disdegno verso un'altra persona, un fatto, una cosa.

Quindi certi stati determinano particolari atti abituali che hanno in origine un'utilità. Stati d'animo di segno opposto ad essi, secondo Darwin, generano una forte ed innata tendenza ad eseguire movimenti ed atti di natura opposta, anche se sono del tutto inutili e non funzionali. Ad esempio la rabbia porta il cane a rizzare la testa, la coda, irrigidire il corpo, al contrario il cane che vede il padrone o si sottomette al capo branco abbassa la testa, si acquatta al suolo, si agita col tronco e con la coda. Allo stesso modo negli uomini, il senso di impotenza si esprime abbassando la mascella, rilasciando i muscoli intorno alla bocca, alzando le sopracciglia e stringendo le spalle: il contrario degli atteggiamenti e delle espressioni di una persona determinata e pronta all'attacco, che aggrota le ciglia, serra la mascella, stringe i pugni e irrigidisce le braccia, gonfia il torace e rizza le spalle, gesti utili a prepararsi a lottare o a intimorire gli avversari.

Il terzo principio è quello degli atti determinati dalla costituzione del sistema nervoso. In questo caso l'espressione delle emozioni è direttamente legata all'azione del sistema nervoso, alla sua organizzazione, alle sue vie e alle sue connessioni che trasportano l'eccitazione sensoriale connotata emotivamente ai diversi organi del corpo provocando delle reazioni involontarie e spesso non adattative. Esempi in questo senso sono numerosi: il tremore delle mani e la sudorazione in concomitanza con intense emozioni, l'aumento del battito cardiaco, le variazioni nelle funzioni delle ghiandole endocrine. Questo terzo principio, pur talora scorrettamente applicato da Darwin a reazioni emozionali dipendenti da altri meccanismi, è tutt'ora utile a fare ipotesi evolutive sull'origine di patologie somatiche legate alle emozioni. L'evoluzione tende infatti a mantenere le soluzioni già sperimentate, a utilizzare il materiale biologico preesistente. Il codice genetico su cui opera la selezione ha dei forti meccanismi interni di equilibrio e i geni sono coadattati per produrre un modello di sviluppo ben organizzato. Inoltre, la selezione di un carattere somatico controllato da più geni può determinare alterazioni non funzionali a carico dei sistemi anatomici e fisiologici interessati. Per queste ragioni, dunque, l'effetto della costituzione del sistema nervoso sull'espressione delle emozioni - elemento storico frutto del caso, della selezione e dei compromessi evolutivi - potrebbe spiegare molte malattie cosiddette psicosomatiche.

Il legame tra emozioni e malattie era peraltro ben riconosciuto da Darwin, che a conclusione della sua opera del 1872 affermava: "L'espressione per sé stessa - o il linguaggio delle emozioni, come è stata chiamata qualche volta - ha certamente una grande importanza per il benessere del genere umano" (Darwin, *Espress.* p. 420)

#### **1.4 Il problema mente-corpo e le emozioni nella prospettiva dell'evoluzionismo**

Grazie alla prospettiva evoluzionistica, le due fondamentali questioni psicosomatiche, il problema mente-corpo e la questione del rapporto tra emozioni e modificazioni somatiche perdono la loro irrisolvibilità. Dal punto di vista evoluzionistico la psiche non è un'entità sovrapposta ad altre, come un organo, né una dimensione separata dal corpo, ma ad esso legata per il tramite delle misteriose ed inspiegabili relazioni che possono intercorrere tra una sostanza fisica, di sangue, ossa, muscoli ed altri tessuti ed una sostanza immateriale, fatta di idee, sensazioni, ricordi ed emozioni. Attraverso la teoria darwiniana è possibile concepire la mente - nelle sue dimensioni affettive e cognitive - come una qualità funzionale che nel corso dell'evoluzione emerge dall'insieme delle funzioni nervose, uno strumento preposto alla coordinazione e alla integrazione delle singole attività organiche, alla regolazione del complesso delle azioni biologiche e comportamentali funzionali alla situazione dell'ambiente esterno: finalizzate all'adattamento e alla sopravvivenza.

Prima dell'emergere del sistema nervoso, l'evoluzione era esclusivamente imperniata sulla selezione naturale di risposte legate al patrimonio genetico delle specie, alle sue variazioni. L'adattamento all'ambiente degli esseri viventi era conseguentemente un processo lento che portava ad un complesso di relazioni con l'ambiente piuttosto rigido e stazionario. Con la comparsa del sistema nervoso e con la presenza di un cervello complesso che permette una larga modificabilità del comportamento, all'adattamento per via genetica si sono aggiunti i dispositivi psicologici, le strategie comportamentali tendenti all'attiva assimilazione dell'ambiente, a realizzare soluzioni nuove ed individuali a partire da una larga variabilità comportamentale.

Il salto evolutivo realizzato con l'apparizione del sistema nervoso è testimoniato dalla differenza qualitativa della trasformazione evolutiva di questo sistema funzionale. Il sistema nervoso, infatti, si comporta in maniera diversa dagli altri organi. In generale lo sviluppo di una struttura anatomica e delle funzioni da essa svolte tende ad aumentare il livello di specializzazione e ciò porta ad un adattamento più stretto e rigido all'ambiente di vita. Questa tendenza alla specializzazione è una delle basi dell'evoluzione di nuove specie viventi: le pinne servono per la vita acquatica ma non si prestano alla locomozione terrestre, i polmoni sono strumenti straordinari per la respirazione nell'atmosfera ma inutili

nell'ambiente acquatico, le ali sono utili al volo ma si rivelano poco adatte per muoversi sulla terra, e così via. Il sistema nervoso invece è l'unico apparato che ha subito uno sviluppo eccezionale senza portare ad una specializzazione, ma conducendo ad una trasformazione biologica non più relativa ad un ambiente particolare, a una specifica e limitata nicchia ecologica, ma a un sistema ecologico molto più vasto. Si pensi alle capacità di adattamento proprie dell'uomo, in grado di colonizzare e trasformare ambienti geografici ed insiemi eco-etologici tra loro estremamente diversi.

Questa peculiarità della trasformazione evolutiva a carico del sistema nervoso dipende dalla peculiarità delle sue funzioni. Il sistema nervoso non esplica una funzione, per così dire, sostanziale, non opera trasformazioni fisico-chimiche strumentali ai processi trofico-energetici, né supporta meccanicamente le necessarie interazioni con l'ambiente. La sua funzione è prettamente, logica, informazionale: una funzione di comunicazione tra compartimenti interni, di coordinazione, di controllo, di integrazione dei processi fisiologici, di comunicazione con l'ambiente e di regolazione dell'interazione tra questo e l'organismo.

Il punto di vista evoluzionistico, così, riesce a dar conto della continuità tra la logica delle regolazioni organiche e la logica delle operazioni mentali più complesse. I programmi che dirigono gli aggiustamenti fisiologici interni, naturalmente, sono un tutto unico con la programmazione delle interazioni con l'ambiente. La sostanziale identità degli elementi di questi *software*, allo stesso modo specificati nel corso dell'evoluzione, si manifesta nell'unicità dell'*hardware* attraverso il quale essi funzionano: il sistema nervoso, organo "logico" specializzato.

La vita, come aveva ipotizzato Spencer, può considerarsi essenzialmente come autoregolazione, aggiustamento reciproco delle funzioni biologiche, controllo e sistemazione delle attività dell'organismo in funzione dei bisogni interni e degli stimoli ambientali esterni. L'essere vivente, sede di tali processi, ha nel sistema nervoso l'organo specializzato nella regolazione e nell'integrazione fisiologica; sistema nervoso che è allo stesso tempo lo strumento delle funzioni cognitive (e anche in parte il sistema endocrino, il quale però svolge quel compito in costante interazione con il sistema nervoso). D'altra parte, le regolazioni organiche comprendono come loro componente fondamentale gli scambi con l'ambiente, i quali sono essi stessi oggetto di specifiche regolazioni. Ma anche qui l'organo specializzato per la regolazione di questi scambi è di nuovo il sistema nervoso, sia come strumento per raccogliere informazioni sull'ambiente, sia come organo di direzione e controllo delle trasformazioni che lo modificano attraverso le azioni e il comportamento dell'organismo. Ma raccogliere informazioni sull'ambiente, elaborarle e predisporre comportamenti ad esse funzionali significa realizzare processi psicologici. Le funzioni "mentali" appaiono quindi nello stesso tempo come la risultante dell'autoregolazione organica di cui riflettono i meccanismi essenziali e come gli organi più differenziati adibiti a questa regolazione nell'ambito delle interazioni con l'esterno.

Con l'apparizione del sistema nervoso ad un certo punto del percorso evolutivo, il fatto biologico generale viene ad acquistare una dimensione nuova. L'organismo dotato di questo sistema di integrazione e di coordinazione è in grado simultaneamente di regolare più plasticamente le funzioni fisiologiche e di operare scelte, di agire intenzionalmente sull'ambiente, di esibire un comportamento motivato ed intelligente. Il rapporto organismo-ambiente, pertanto, si è aperto ad un nuovo livello di interazione, quello individuale. La successiva evoluzione di questo sistema ha di fatto cambiato le regole del gioco evolutivo: l'animale non è passivamente adatto o meno all'ambiente a causa del corpo e delle capacità espresse dal suo patrimonio ereditario, ma è in grado di agire intenzionalmente, intelligentemente, in maniera tale da modificare l'ambiente e di assimilarlo alle sue stesse necessità, ai suoi stessi bisogni.

In questo senso, l'approccio evoluzionistico permette di descrivere le emozioni come elementi funzionali ed adattativi, utili alla sopravvivenza dell'individuo e della specie. La sopravvivenza dell'individuo richiede che i suoi sistemi funzionali siano in grado di produrre azioni, talora estremamente rapide, che lo adattino alle interazioni con l'ambiente e con gli altri organismi biologici. Le emozioni sarebbero apparse nel processo evolutivo quale mezzo atto a favorire un soddisfacimento più rapido dei bisogni dell'organismo per far fronte a condizioni di emergenza, a cambiamenti significativi dell'ambiente o di parametri biologici interni.

Da un punto di vista evolutivo è improbabile che i primi animali dovessero pensare prima di agire e che in generale per le situazioni d'emergenza dove è in gioco la sopravvivenza sia necessario riflettere, determinare e dar luogo all'azione. È al contrario ragionevole assumere che le forme di vita più primitive fossero adattate solo in base a processi di integrazione ed elaborazione di un materiale sensoriale ed emotivo. La funzione dell'emozione in queste specie doveva essere quella di motivare i comportamenti di approccio e di evitamento funzionali al reperimento del cibo o all'accoppiamento e alla fuga da condizioni ambientali o stimoli nocivi.

La principale ed originaria funzione delle emozioni sarebbe in sostanza quella di consentire, nell'animale e nell'uomo, una più rapida e precisa valutazione della propria condizione interna e dell'ambiente esterno e, quindi, una più rapida formazione e un più preciso coordinamento di una risposta comportamentale adeguata e funzionale.

Le emozioni rappresentano, pertanto, da un lato una sorta di amplificatore degli stimoli sensoriali provenienti dall'ambiente interno e da quello esterno, dall'altro una forma primitiva e confusa di simbolizzazione, un elemento essenziale allo stabilirsi delle forme logiche superiori di conoscenza. Le emozioni potrebbero, infatti, costituire una sorta di coordinate affettive per gli stimoli interni ed esterni. Pribram (1980) sostiene che i sentimenti, le emozioni, sono delle «immagini di controllo» dell'ambiente interno in grado di far percepire soggettivamente i riaggiustamenti fisiologici interni nelle situazioni di bisogno o di emergenza.

Il vissuto psicologico delle emozioni segnala che un determinato evento o un certo stimolo è rilevante, motiva all'azione funzionale, confronta il significato biologico degli stimoli interni ed esterni con gli stati preferiti dall'organismo trasformandoli in piacere e dolore, ricompensa e punizione. Mentre l'insieme dei cambiamenti fisiologici concorrenti nelle emozioni prepara l'organismo ad agire al meglio, ne sostiene la risposta organizzata, tende a fissare nella memoria l'effetto biologico delle azioni stesse. L'aspetto evolutivo e l'ereditarietà delle risposte emotive qui sono evidenti. Ad esempio, il vissuto psicologico della paura, legato alle esperienze ereditate di specie e a quelle individuali apprese induce alla fuga. Un piccolo coniglio si impaurisce alla vista della sagoma di un falco, ma non a quella di un'anatra, da cui non è predato. I correlati fisiologici, quelli della reazione d'allarme, sostengono questa azione aumentando l'energia disponibile, l'efficienza muscolare, la prontezza dei riflessi e così via.

Dal punto di vista evolutivo, dunque, nel modo seguito da MacLean (1970), le emozioni si potrebbero definire come una sintesi psicobiologica tra esperienze interne e sensazione esterne. Usando un approccio simile, Antonio Damasio (1994) definisce «marcatori somatici» i correlati fisiologici dell'esperienza emotiva appresa. Damasio sostiene che le sensazioni somatiche associate all'immagine di una certa situazione o degli effetti di un dato comportamento, ad esempio lottare contro un individuo evidentemente più forte di noi o mangiare un piatto di pasta quando si ha fame, costituiscono la base primaria dei processi decisionali. Le spiacevoli sensazioni che accompagnano le situazioni che pongono a rischio la nostra incolumità, sudore freddo, palpitazioni, tremore, funzionano come un segnale d'allarme, indirizzano *immediatamente* l'attenzione sui rischi che si corrono e sostengono i comportamenti di fuga o altre azioni elusive.

I marcatori somatici sono acquisiti con l'esperienza. Situazioni e comportamenti cui hanno fatto seguito gratificazione e piacere verranno "marcati" in positivo cosicché ogni volta che l'individuo ne verifica la presenza e la realizzabilità si avranno sensazioni piacevoli nel corpo e conseguentemente incentivi e motivazioni all'azione. L'apprendimento dei marcatori somatici è sotto il controllo di un sistema interno di preferenze orientato alla sopravvivenza individuale ovvero alla soddisfazione dei bisogni biologici dell'individuo.

Le diverse emozioni sono dunque programmi adattativi complessi di natura biologica e comportamentale, messi a punto dalla selezione, specifici per ogni specie vivente, determinati nella loro struttura fondamentale a livello genetico ma aperti alla modificazione dell'esperienza e all'apprendimento.

## 2 Dalla “reazione di allarme” di Cannon agli sviluppi del concetto di “stress” di Selye. Le matrici fisiologica e psicologica della psicosomatica contemporanea

Come abbiamo già accennato, l’approccio biologico alla medicina psicosomatica, alla malattia *ex emotione*, si è sviluppato soprattutto a partire dalle ricerche sulla fisiologia delle emozioni avviate dal fisiologo americano Walter Bradford Cannon. Questo tipo di indirizzo di indagine tuttavia rimaneva ed è rimasto a lungo fermo al punto di vista della biologia funzionale, incapace di integrare le potenzialità euristiche ed interpretative dell’evoluzionismo, perciò nel titolo del capitolo ci riferiamo alla relazione tra fisiologia e psicosomatica piuttosto che a quella tra la psicosomatica e la biologia.

### 2.1 Il concetto di omeostasi

Il problema centrale della ricerca di Cannon era quello della determinazione dei meccanismi del controllo e della regolazione fisiologica, cioè a dire, i processi biochimici ed integrativi attraverso cui gli organismi viventi mantengono la stabilità dei parametri fisici, chimici, biologici, come la concentrazione di ossigeno, anidride carbonica e di zuccheri nel sangue, come l’equilibrio idro-salino, come la temperatura di ciò che il grande medico francese Claude Bernard aveva chiamato *milieu intérieur*, la matrice fluida - sangue e linfa - che bagna le cellule. «Tutti i meccanismi vitali, qualunque essi siano, hanno soltanto uno scopo, quello di preservare la costanza delle condizioni nell’ambiente interno», aveva scritto Bernard nel 1878. Cannon fece di questo postulato l’assioma fondante della sua lunga ricerca in fisiologia e delle sue fondamentali riflessioni teoriche sulla natura dei processi normali e patologici negli organismi.

Egli affrontava immediatamente tale questione sul piano di integrazioni più vasto, quello psicobiologico. Questo era un approccio alla comprensione dei fenomeni biologici estremamente moderno e sofisticato. Cannon era, infatti, convinto che solo un punto di vista di tipo olistico, cioè teso allo studio dell’organizzazione fisiologica nel suo complesso, avrebbe permesso di conoscere i processi fondamentali della vita. Tuttavia, tale comprensione si doveva realizzare sperimentalmente, attraverso la riduzione dei processi integrativi ai termini fisici e chimici (1929).

L’introduzione del nuovo e rivoluzionario concetto di omeostasi aveva esattamente lo scopo di evidenziare la distanza della sua riflessione dalle rarefatte speculazioni dei biologi vitalisti che in nome dell’unità dell’organismo e della sue capacità autoregolative postulavano la presenza di principi non fisici nell’organizzazione biologica.

«Ci si potrebbe riferire alle condizioni costanti che sono mantenute nell’organismo col termine equilibrio. Questa parola, tuttavia, è usata nel suo preciso significato soltanto quando la si applica all’interpretazione di stati fisico-chimici relativamente semplici di sistemi chiusi dove forze conosciute si bilanciano. I processi fisiologici coordinati che mantengono lo stato stazionario negli esseri viventi sono così complessi e peculiari - implicando il lavoro integrato del cervello e dei nervi, del cuore, dei polmoni, dei reni e della milza - che ho suggerito una speciale definizione per questi stati, omeostasi. La parola non implica qualcosa di immobile e fisso, una stagnazione. Essa vuole indicare una condizione, una condizione che può variare, ma relativamente costante.» (Cannon, 1939/1963)

### 2.2 La reazione d’allarme

Cannon si era avvicinato allo studio dei processi autoregolativi ed integrativi negli organismi indagando le influenze del sistema nervoso e delle emozioni sul canale alimentare. Il suo primo volume, *The mechanical factors of digestion*, infatti, si chiudeva, indicativamente, con un capitolo sulla maniera in cui i cambiamenti fisiologici prodotti dagli stati affettivi possono disturbare tali processi.

L’influenza degli stati affettivi sulla digestione, portava Cannon a studiare, in maniera sistematica, i diversi effetti fisiologici dell’attivazione emozionale. I risultati di queste ricerche andranno a costituire il volume, *Bodily changes in pain, hunger, fear and rage*. Nel 1911, ad esempio, aveva dimostrato che era possibile indurre la secrezione di adrenalina con stimoli dotati di forte connotazione affettiva. Le ricerche sulla fisiologia dell’emozione, conseguentemente, posero in grande evidenza le funzioni del sistema nervoso simpatico. È, infatti, tale divisione del sistema nervoso autonomo a mediare la complessa reazione viscerale che avviene in concomitanza alle esperienze emotive e soprattutto nelle situazioni pericolose per la sopravvivenza e l’integrità dell’organismo, in tali casi essa è chiaramente adattativa, “reazione d’allarme” la definì Cannon, e finalizzata a preparare le migliori condizioni organiche per la lotta o per la fuga. Il sistema nervoso simpatico trasporta impulsi nervosi che accelerano il ritmo cardiaco e provocano la contrazione dei vasi sanguigni, determinando così quella migliore irrorazione sanguigna dei muscoli scheletrici necessaria all’azione; altri impulsi dilatano gli alveoli, permettendo il maggiore ingresso di ossigeno richiesto

dall'esercizio muscolare; altri ancora mobilitano le riserve di zuccheri dal fegato, per distribuire le maggiori quantità di sostanze energetiche occorrenti; altri impulsi inoltre causano l'arresto delle funzioni digestive, dannose nelle situazioni di emergenza in quanto impegnano ed assorbono il flusso sanguigno; altri impulsi del sistema nervoso simpatico infine provocano il rilascio di adrenalina dalla midollare del surrene, producendo così per via endocrina il rinforzo dell'azione attivatrice del sistema nervoso. Dato che l'adrenalina, viaggiando nel torrente sanguigno, raggiunge tutti i compartimenti corporei e dato che essa possiede le stesse azioni degli impulsi nervosi simpatici sugli organi interni, Cannon propose di intendere questa cooperazione fisiologica come un unico sistema funzionale che definì "meccanismo simpatico-adrenale".

L'interesse di Cannon per le funzioni di tale meccanismo venne, peraltro, alimentato dalle ricerche condotte durante la prima guerra mondiale come ufficiale dell'U.S. Army Medical Corps.

Questa guerra aveva drammaticamente imposto ai medici di tutte le nazioni un programma di ricerca teso a mettere a punto strumenti efficaci di pronto soccorso per i militari feriti fra i quali si contavano numerose morti per shock circolatorio. Tale programma di studio era già ben avviato negli Stati Uniti e Cannon vi aveva dato un notevole contributo, individuando i meccanismi autonomici responsabili delle reazioni emostatiche che si osservano nelle emorragie. Nel 1914, infatti, Cannon e Mendenhall avevano dimostrato che la secrezione di adrenalina indotta dalla stimolazione dei nervi splanchnici del simpatico produce l'accelerazione dei processi emostatici.

Questi meccanismi di compensazione e salvaguardia sono fondamentali per l'economia vitale degli organismi, in quanto "assicurano la condizione primaria ed essenziale per la vita delle cellule, cioè a dire, il mantenimento e l'uso effettivo dell'ambiente interno stesso." (1939/1963). La velocità e l'efficienza con cui tali aggiustamenti vengono eseguiti in condizioni di estremo pericolo illustra eloquentemente, secondo Cannon, a quali gradi di rendimento arriva il controllo integrato simpatico-adrenale nelle condizioni di estremo pericolo.

### **3 Fisiologia e biologia delle emozioni: storia, temi e problemi della ricerca contemporanea rilevanti per la psicosomatica**

Parallelamente alla ricerca sulla matrice fisiologica della reazione emozionale come risposta allo stress, si sviluppava un programma di indagine teso alla identificazione delle basi biologiche delle emozioni. Un complesso di studi che, partendo dal tentativo di localizzare i siti anatomici del fatto affettivo, verso gli anni '50 metteva capo finalmente ad un approccio di indirizzo evolucionistico, capace di inquadrare teoricamente le correlazioni adattative tra espressioni biologici e comportamentali delle emozioni, ovvero finalmente di riportare a queste correlazioni il misterioso fattore patogenetico delle malattie *ex emotione* e con ciò ricondurre la psicosomatica alla fisiopatologia, annullandone la supposta specificità.

#### **3.1 La teoria delle emozioni James-Lange**

La storia della fisiologia e della biologia delle emozioni si apriva sul finire del secolo scorso con le riflessioni teoriche e le ricerche del filosofo e psicologo americano, William James (1884) e del fisiologo danese, Carl Lange (1885). La teoria delle emozioni James-Lange ribaltava l'idea del senso comune che considerava i cambiamenti fisiologici dell'attivazione emozionale come una conseguenza, o al massimo una concomitanza, del vissuto affettivo. «La mia tesi», scriveva James, «è che i cambiamenti corporei seguono direttamente la percezione del fatto eccitatorio, e che il sentimento dei cambiamenti stessi al loro manifestarsi è l'emozione». Cioè a dire, la frequenza cardiaca non aumenta perché si ha paura, ma si ha paura perché si ha il cuore batte più velocemente, oppure, non si ha tensione muscolare perché si è in ansia, ma si è in ansia perché si ha tensione muscolare. Se il vissuto affettivo è esclusivamente la manifestazione psichica di fenomeni fisiologici, è ovvio, come hanno fatto James e Lange, che per spiegare la diversità qualitativa con cui le emozioni si affacciano alla coscienza, si dovesse postulare una corrispondenza specifica tra quadri di attivazione somatica ed emozioni.

#### **3.2 La teoria talamica di Cannon**

All'inizio del '900, la teoria James-Lange fu sottoposta a duri attacchi da parte di molti fisiologi. Nel 1927, Cannon riassumeva queste obiezioni in un importante articolo sull'*American Journal of Physiology*. In primo luogo, affermava Cannon, le emozioni sono indipendenti dalle modificazioni viscerali. Le persone alle quali erano state interrotte chirurgicamente le connessioni tra visceri e Sistema Nervoso Centrale, infatti, mantenevano pressoché immutata la capacità di esperire le emozioni. In secondo luogo, le manifestazioni somatiche non sembravano differire da emozione a emozione. Le modificazioni fisiologiche principali che occorrono in una persona arrabbiata (tachicardia, aumento della pressione arteriosa, aumento della risposta galvanica cutanea, ecc.), sembravano le stesse di quelle che accompagnano le emozioni di una persona impaurita. Inoltre, sosteneva Cannon, benché noi siamo generalmente coscienti del tipo di esperienza emotiva che stiamo vivendo, le attività viscerali non sono percepite con molta esattezza, in quanto tali regioni somatiche non sono ben innervate. I cambiamenti fisiologici allora conosciuti, poi, erano soltanto quelli, relativamente lenti, viscerali mentre era evidente che il vissuto emotivo irrompe alla coscienza in concomitanza con l'evento scatenante. Infine, producendo artificialmente delle alterazioni fisiologiche (ad esempio somministrando adrenalina) non si erano ottenute delle esperienze emotive definite ed organizzate, come invece si doveva dedurre dalla teoria James-Lange.

Cannon proponeva, perciò, un nuovo modello di interpretazione fisiologica dell'emozione, la «teoria talamica». Secondo questa teoria, la corteccia cerebrale, la parte del cervello preposta al controllo delle funzioni psicologiche superiori, inibisce costantemente la tendenza alla scarica degli schemi di comportamento emotivo codificati nel nucleo diencefalico del talamo, un centro nervoso che elabora e integra le percezioni. Tale inibizione verrebbe rimossa soltanto nel momento in cui le informazioni sensoriali afferenti ai centri corticali denunciano la comparsa di una situazione insolita o pericolosa per la sopravvivenza o il benessere dell'organismo vivente. In questo modo, dal talamo può partire una doppia corrente di impulsi, verso la corteccia, dove risiede la rappresentazione psichica dell'emozione e verso gli organi effettori (muscoli, visceri, vasi sanguigni) che daranno il via alle risposte viscerali e motorie funzionali alla situazione.

#### **3.3 La localizzazione dei centri emozionali**

Sotto l'influenza della teoria talamica di Cannon, la ricerca sulla biologia delle emozioni venne intesa principalmente come indagine volta a localizzare le strutture anatomofunzionali, soprattutto cerebrali, implicate in questi fenomeni. La storia di tale ricerca, infatti, testimonia un progressivo aumento della risoluzione nella mappatura dei centri e delle vie nervose responsabili del fatto emotivo.

Era un allievo di Cannon, Philip Bard a fare il primo passo in questo processo di crescente focalizzazione, verso la fine degli anni Venti. Bard studiava le reazioni emotive nei gatti eseguendo una serie di sezioni dal midollo spinale verso i nuclei centrali del cervello ed osservava che le risposte emotive integrate cessavano a seguito della asportazione dell'ipotalamo. Era infatti ancora possibile ottenere espressioni frammentarie di reazioni affettive negli animali privi dell'ipotalamo, ma queste risposte risultavano non coordinate e disfunzionali e insorgevano soltanto a seguito di stimoli molto più intensi di quelli normalmente capaci di indurre effetti emotivi. In questo senso, Bard concludeva che l'ipotalamo era la struttura centrale per l'organizzazione e l'espressione delle reazioni emotive (1934a, 1934b).

In quegli stessi anni, le ricerche sull'ipotalamo dimostravano che tale centro costituisce l'elemento di controllo superiore di tutto il sistema organo-vegetativo. Con interventi di asportazione e stimolazione elettrica si dimostrava la presenza di recettori specializzati per la valutazione di alcuni importanti parametri dell'ambiente interno, tra i quali la temperatura, la glicemia, l'equilibrio idro-salino. Allo stesso tempo veniva quindi evidenziato il ruolo dell'ipotalamo nell'organizzazione del comportamento e delle reazioni emozionali funzionali al mantenimento della costanza dell'ambiente interno.

Ad esempio, nel 1938 Horace Magoun dimostrava che il riscaldamento mediante un microsonda della zona soprachiasmatica dell'ipotalamo del cane produceva polipnea e vasodilatazione, reazione fisiologica e comportamento funzionali all'abbassamento della temperatura corporea. Lo stesso risultato si produceva riscaldando artificialmente il sangue a livello della carotide

Nel 1940 invece Heterington e Ranson identificavano i centri ipotalamici che regolano il senso della fame nell'area ventromediale (VMI). Essi osservarono che la lesione bilaterale dei nuclei VMI provocava iperfagia, cioè eccessiva assunzione di cibo; i due ricercatori proposero di chiamare i nuclei VMI centri della sazietà. Mentre nel 1951 Brobeck e Anand scoprivano che la lesione dell'area laterale dell'ipotalamo porta ad afagia e adipsia, l'animale rifiuta il cibo e l'acqua e finisce per morire.

Nel 1947, iniettando soluzioni ipertoniche di sali nella carotide di cani normalmente idratati Verney otteneva la secrezione di ADH e una notevole assunzione d'acqua. I risultati di Verney venivano successivamente confermati da Anderson nel 1953, il quale riusciva anche ad individuare il preciso sito cerebrale in cui si verificava questa risposta. Essa era evocata specificatamente dall'iniezione di soluzioni saline nell'ipotalamo. La stimolazione delle aree dotate di osmocettori provoca sete e quindi un comportamento finalizzato del bere.

In seguito, Stephen Ranson e Walter Hess dettagliavano la planimetria funzionale dei singoli nuclei ipotalamici. I due applicavano il metodo stereotassico sviluppato dai neurochirurghi inglesi Horsley e Clarke allo studio delle funzioni dell'ipotalamo. Il metodo stereotassico permette di posizionare in modo assolutamente preciso e riproducibile elettrodi nelle strutture profonde del cervello degli animali da esperimento, attraverso un sistema a tre coordinate in grado di localizzare i nuclei sottocorticali. Il metodo stereotassico, così, consentiva di stimolare i centri profondi del cervello senza procedimenti chirurgici. Diveniva quindi possibile osservare i meccanismi dell'ipotalamo finalmente privi delle inevitabili alterazioni funzionali prodotte dalle tecniche invasive usate per raggiungere e stimolare questo centro cerebrale profondo.

Attraverso il metodo stereotassico Ranson riusciva a stimolare sistematicamente tutte le regioni dell'ipotalamo, evocando la gamma completa delle normali reazioni vegetative che occorrono nella risposta emozionale, come la variazione della frequenza cardiaca, della pressione arteriosa, della motilità del canale alimentare, la piloerezione, ecc.

Ranson eseguiva gli esperimenti su animali anestetizzati. Hess estendeva le metodiche di Ranson agli animali svegli, impiantando nel loro cervello degli elettrodi collegati a lunghi cavi flessibili. In questo modo, Hess poteva studiare gli effetti della stimolazione elettrica mentre gli animali erano liberamente impegnati nelle loro normali attività. I risultati degli esperimenti così condotti, che valsero ad Hess il premio Nobel nel 1949, dimostravano che dal punto di vista funzionale l'ipotalamo è suddividibile in due regioni. Le aree posteriori dell'ipotalamo sono deputate alla regolazione e alla coordinazione delle diverse componenti viscerali e motorie delle reazioni emozionali funzionali alle situazioni di emergenza, lotta e fuga. Hess propose per tali centri il termine di ergotropici o dinamogeni, in quanto la loro azione innesca e supporta il consumo di energia. Al contrario, i centri ipotalamici anteriori, detti trofotropici o ipnogeni, favoriscono la reintegrazione delle scorte energetiche ed i processi di restaurazione organica, dando luogo ed integrando i versanti biologici e comportamentali di processi come il mangiare, il dormire, alcuni aspetti della sessualità (Hess, 1957).

Le ricerche di Hess, erano alla base degli esperimenti di radiostimolazione sulle scimmie e sui tori dello spagnolo José Delgado (1967, 1969). In particolare su questi ultimi animali Delgado, ispirandosi alle sue tradizioni nazionali, volle dimostrare in modo spettacolare la possibilità del controllo del comportamento a partire dalla neurobiologia delle emozioni. Armato di un trasmettitore radio, infatti, Delgado affrontava una sorta di corrida tecnologica, sfidando nell'arena un toro con due elettrodi impiantati in nuclei diversi dell'ipotalamo, che, attivati a distanza dal trasmettitore, potevano indurre, rispettivamente, la carica o l'arresto e la sedazione dell'animale.

### **3.4 Il circuito di Papez**

Una visione meno "localizzazionistica" e semplificata di quelle sopra esposte, tuttavia, era stata fornita dal medico francese James Papez. Nel 1937, Papez aveva cominciato le sue ricerche sulle basi neurofisiologiche dei processi affettivi nel tentativo di spiegare le cause delle forti reazioni emotive, angosce, terrore, paura parossistica, rabbia, che compaiono nella fase acuta delle infezioni rabbriche. Papez sapeva che le lesioni prodotte dal virus della rabbia interessano principalmente la circonvoluzione dell'ippocampo, una parte evolutivamente antica della corteccia cerebrale.

L'ippocampo fa parte di un insieme funzionale di strutture del cervello definite "lobo limbico" da Paul Broca nel 1878, strettamente connesse all'ipotalamo e contenenti il nucleo dell'amigdala e del setto. In base a questi dati Papez proponeva un "nuovo meccanismo delle emozioni": il lobo limbico rappresenta il centro integrativo superiore delle emozioni, il sito nervoso in cui i "pensieri e le emozioni" vengono coordinati. La ricca interconnessione tra le strutture del sistema limbico e tra queste e l'ipotalamo è testimoniata anche dal punto di vista funzionale: la stimolazione di qualunque area limbica produce ripetute scariche postume ("after-discharges") che rapidamente si estendono in tutto il sistema limbico e poi da qui solo a strutture connesse, come l'ipotalamo. La stimolazione delle diverse strutture del sistema limbico, inoltre, evoca risposte viscerali e comportamentali simili a quelle date in seguito alla stimolazione delle diverse aree ipotalamiche. In questo senso si suppone che il sistema limbico sia un centro di integrazione e di coordinazione dei comportamenti affettivi di livello superiore all'ipotalamo.

Del resto, verso la fine degli anni '40 le ricerche sulle funzioni dell'ipotalamo nella regolazione fisiologica e nei comportamenti funzionali al mantenimento dell'omeostasi avevano dimostrato che erano in gioco anche altri centri e vie nervose e che la dimensione emotiva e cognitiva erano in grado di modificare in parte, correggere e modulare le risposte evocate dalla stimolazione ipotalamica e gli effetti delle lesioni.

L'ipotesi di Papez era, e rimane tutt'oggi, valida per almeno due ragioni. In primo luogo, per la ricca interconnessione del lobo limbico con la neocorteccia, cioè a dire, con la struttura nervosa responsabile delle attività psichiche superiori. Tali connessioni, infatti, potrebbero garantire il substrato anatomico della mutua dipendenza tra emozioni e livello cognitivo. In secondo luogo, la contiguità del sistema limbico - che media il vissuto soggettivo - con l'ipotalamo - il centro nervoso che dirige ed organizza le risposte emotive a livello fisiologico e comportamentale - spiega l'"ubiquità" del fatto emotivo: il suo esprimersi allo stesso tempo sul piano psicologico-comportamentale e su quello somatico.

### **3.5 MacLean: il sistema limbico e i tre cervelli. Verso una biologia evoluzionistica delle emozioni**

A partire dalla fine degli anni '40, la teoria delle emozioni di Papez è stata elaborata da Paul David MacLean (1949, 1954) attraverso l'integrazione di considerazioni di tipo evoluzionistico. Nella suggestiva suddivisione tripartita del sistema nervoso centrale proposta da MacLean sulla base di considerazioni funzionali e filogenetiche (cioè evolutive), il circuito di Papez viene identificato con le strutture paleoencefaliche responsabili dell'organizzazione dei comportamenti legati alla sopravvivenza dell'individuo (lotta, fuga e soddisfacimento dei bisogni biologici) e della specie (attività riproduttiva, cure materne, relazioni sociali nel gruppo) e caratterizzati da spiccati correlati emozionali di carattere fisiologico (percezione di squilibri omeostatici e attivazione dei quadri fisiologici di supporto all'azione) e presumibilmente psichico (connotazione affettiva degli squilibri fisiologici e dell'attivazione generale).

Il "sistema limbico" o "cervello viscerale", come MacLean intese chiamare il paleoencefalo nel 1952, si sovrappone nel corso dell'evoluzione ai nuclei nervosi spinomidollari, "cervello rettiliano" li definisce MacLean, in quanto emersi con l'evoluzione dei rettili. Il cervello rettiliano è situato a livello del midollo spinale e del tronco encefalico ed è responsabile delle attività di base dell'organismo di livello organizzativo innato ed immutabile, come le funzioni respiratorie, circolatorie, alimentari, locomotorie e posturali. In questo modo, il sistema limbico integra le informazioni elaborate a livello spinomidollare correlandole con un preciso vissuto emotivo e permette all'organismo di liberarsi dagli stereotipi comportamentali, dai rigidi ed apsicici riflessi delle strutture spinomidollari, di apprendere risposte individuali alle sfide dell'ambiente, di adattarsi attivamente a situazioni nuove. Il vissuto emotivo evocato dall'attivazione del sistema limbico caratterizzerebbe gli stimoli con specifiche tonalità affettive, rendendoli così identificabili ed accessibili all'elaborazione psichica.

L'evoluzione biologica, poi, con lo sviluppo massiccio della neocorteccia presso i Mammiferi più evoluti, porta entrambi tali meccanismi funzionali - spinomidollare e paleoencefalico - sotto il controllo del neocervello, la cui organizzazione si struttura fortemente in base alle esperienze individuali e si caratterizza per le capacità cognitive che riesce ad esprimere, per l'apertura all'apprendimento, l'individualità e la plasticità delle risposte agli stimoli.

Per sostanziare la sua tesi, MacLean ha anche fatto ricorso ad una vasta serie di dati clinici, tratti dallo studio e dalla terapia chirurgica dell'epilessia. È noto infatti che l'epilessia psicomotoria nell'uomo (anche detta temporale o piccolo male) è prodotta da scariche anomale in certe strutture del sistema limbico. Tipicamente l'attacco di piccolo male si annuncia con l'aura, una intensa esperienza psichica, soprattutto emotiva: fame, sete, allucinazioni, alterazioni del senso

della realtà, paura, piacere, collera, disgusto, depressione, e così via. MacLean prese in rassegna i numerosi e suggestivi resoconti degli interventi chirurgici di Wilder Penfield. Penfield aveva messo a punto un sistema per localizzare accuratamente il focolaio epilettico. Egli stimolava direttamente il cervello del paziente sveglio con un elettrodo finché quest'ultimo riferiva l'insorgenza dell'aura mentale. A questo punto il chirurgo asportava il tessuto e richiudeva la calotta cranica. La stimolazione delle aree motorie corticali produceva il movimento degli arti, quella delle aree sensitive l'impressione di certe percezioni, quella delle aree temporali il richiamo mnestico. La stimolazione delle aree del sistema limbico risultava invece quella più associata alle emozioni. Ad esempio un paziente stimolato all'amigdala immediatamente bestemmiò e con un pugno distrusse un pannello vicino al tavolo operatorio. Qualche secondo dopo si scusò affermando di non sapere cosa l'avesse spinto a farlo.

Forse la teoria dei tre cervelli di MacLean non tematizza sufficientemente l'integrazione e la continuità dei livelli anatomofunzionali del cervello e alcune volte serve all'autore per azzardare ipotesi assolutamente speculative in campo psichiatrico (ad esempio: 1952, 1969). Una di questa è l'interpretazione della schizofrenia. MacLean sosteneva che le forti differenze anatomo-funzionali ed il reciproco isolamento tra paleoencefalo e neocervello, fatti che trovano un'ampia rappresentazione nella diversità dei sistemi chimici usati per la trasmissione dell'impulso nervoso nei "due cervelli", costituiscono la base organica ed evolutiva delle sindromi dissociative e deliranti tipiche della schizofrenia.

Ciononostante, il modello tripartito di MacLean è stato senza dubbio utile per comprendere l'aspetto funzionale ed adattativo delle emozioni e per inquadrare gli stati affettivi entro una teoria del comportamento di marca biologica ed evolutivistica. Grazie a MacLean, infatti, oggi l'emozione può essere intesa "come una modificazione delle condizioni omeostatiche di base, finalizzata alla conservazione dell'individuo o della specie".

Questa concezione delle emozioni come tramite principale dell'adattamento dell'individuo amplia da un lato l'idea dello stress, assegnando finalmente un ruolo attivo dell'organismo nel confronto con l'ambiente, mentre dall'altro, chiarisce definitivamente che il fattore patogenetico della malattia psicosomatica è da ricondurre ad alterazioni nell'espressione dei correlati biologici e comportamentali delle emozioni e non alla "sfuggente" dimensione psichica di queste.

### **3.6 *Evoluzione ed anatomia funzionale del sistema limbico. Storia delle ricerche ed implicazioni teoriche per la psicosomatica***

Il sistema limbico è centrale nei cosiddetti fenomeni psicosomatici. Ponte ed elemento di integrazione e coordinazione delle attività autonome, emozionali e cognitive, il sistema limbico viene talora identificato col cervello olfattivo e quindi detto rinencefalo. La coincidenza anatomofunzionale dipende da ragioni evolutive. L'evoluzione del cervello è in larga parte collegata allo sviluppo filogenetico degli organi di senso e degli apparati motori, gli elementi funzionali con cui si realizza la relazione col mondo esterno. La paleontologia e l'anatomia comparata suggeriscono che ai primi stadi dell'evoluzione, quando gli organi motori non erano ancora definiti, le strutture sensoriali si trovavano diffuse sulla superficie corporea. Successivamente, si sono evoluti i recettori chimici (olfattivi e gustativi) primi organi di senso specializzati. Ne consegue che i primi centri di integrazione nervosa superiore dovettero essere centri specializzati nella discriminazione olfattiva. La corteccia filogeneticamente più antica è, infatti, proprio quella del rinencefalo.

Come sappiamo oggi, questo centro di integrazione, però, media le sensazioni emotive, permette la valorizzazione affettiva delle percezioni. Ciò spiega la ragione per cui le percezioni olfattive risultano così fortemente determinate in senso affettivo. L'emergere di un centro di integrazione sensoriale corticale ha fatto sì che la discriminazione olfattiva potesse essere potenziata da un valore soggettivamente percepibile delle sensazioni. Le emozioni dovettero, quindi, esplicitare la funzione di dare un senso soggettivo alle percezioni sensoriali e alle informazioni sullo stato dell'ambiente interno dell'organismo. Si può supporre, pertanto, che grazie al valore - in certo modo - simbolico delle emozioni le percezioni sensoriali siano divenute un materiale soggetto all'elaborazione psicologica individuale: la premessa necessaria all'emergere delle funzioni adattative di tipo cognitivo, caratterizzate dai processi astrattivi e logici. Dal punto di vista funzionale questa via evolutiva è percorribile all'ingiù. Così, attraverso il sistema limbico, la dimensione cognitiva ed appresa può condizionare le risposte emotive, nelle tonalità psichiche e nei correlati fisiologici.

Il sistema limbico comprende strutture profonde e superfici corticali del cervello. La porzione più antica e centrale del sistema limbico, comprendente l'ipotalamo, il setto, l'amigdala, è estesamente collegata con la corteccia cerebrale. Le funzioni di questa parte più antica del sistema sono rappresentate su superfici corticali diverse dal punto di vista anatomico ed evolutivo, dalla circonvoluzione paraippocampica a quella cingolata; dalla corteccia prefrontale, sede delle funzioni psichiche superiori, al lobo temporale, sito anatomico dell'elaborazione finale delle percezioni uditive e della comprensione del linguaggio.

Come abbiamo visto, l'ipotalamo è la stazione superiore di controllo e coordinazione di tutte le funzioni autonome e vegetative, il centro in cui si organizzano e si originano gli schemi fondamentali delle risposte allo stress, le reazioni adattative, sul versante fisiologico e comportamentale.

Esso costituisce il perno attorno al quale, nel corso dell'evoluzione dei Mammiferi, si è verosimilmente costruito il sistema limbico. Ciò sembra dimostrato dal fatto che la stimolazione dei centri del sistema limbico provoca risposte viscerali e comportamentali simili a quelle che si ottengono con l'applicazione di stimoli sulle varie aree dell'ipotalamo. Le ricerche successive alle teorizzazioni di MacLean hanno confermato sperimentalmente che i nuclei e le strutture del sistema limbico modulano le funzioni dell'ipotalamo integrandone l'elaborazione dei segnali con informazioni più complesse e generalmente inibendo le manifestazioni emotive e comportamentali innescate da tale centro nervoso.

### 3.6.1 Setto

Le lesioni del setto provocano l'abbassamento della soglia di reattività emotiva, sembrano avere un effetto ansiolitico. Molti altri esperimenti hanno dimostrato che il setto ha un ruolo importante nelle emozioni di paura associate alle novità ambientali e all'assenza di familiarità col contesto. Questi risultati hanno portato alcuni ricercatori ad ipotizzare che il setto sia una delle stazioni nervose fondamentali di un sistema cerebrale di inibizione comportamentale, di cui fanno parte altre strutture del sistema limbico, come l'ippocampo. Questo sistema viene attivato dall'estraneità del contesto e dalle novità ambientali, così come da stimoli punitivi, dolorosi o legati a frustrazione. La stimolazione elettrica dei centri di questo sistema, come il setto, provoca le reazioni comportamentali e viscerali associate alla paura: circopezione, immobilità, aumento della vigilanza, defecazione, ecc. Anche l'inibizione comportamentale conseguente alla sottomissione sociale, alla sconfitta in competizioni all'interno di un gruppo di criceti, aumenta l'attività elettrica del setto misurata intracranialmente.

### 3.6.2 Amigdala

Più del setto, l'amigdala sembra essere l'elemento centrale dell'architettura del sistema cerebrale dell'ansia e della paura (Charney e Deutch, 1996). Il ruolo dell'amigdala nella regolazione di questi stati affettivi era stato evidenziato sin dal 1938, quando Klüver e Bucy descrivevano una curiosa sindrome prodotta dalla asportazione totale e bilaterale dell'amigdala nelle caratterizzata da comportamento orale esasperato, dalla tendenza a reagire a qualunque stimolo visivo, dalla perdita completa delle normali reazioni di timore e di aggressività e da ipersessualità. Gli animali erano incapaci di riconoscere il valore biologico ed affettivo dei contenuti sensoriali, sviluppavano una sorta di "cecità psichica". Tali risultati facevano ipotizzare che l'asportazione dell'amigdala impedisse l'integrazione tra le funzioni di analisi percettiva svolte dalle regioni corticali e i processi emotivi in gioco a livello sottocorticale, nel sistema limbico. Questa ipotesi era corroborata successivamente dalle ricerche sul ruolo svolto dall'amigdala nella distinzione che l'organismo effettua tra cose familiari e fatti ed oggetti nuovi ed insoliti.

Gli studi più recenti dimostrano inoltre che l'amigdala è un nucleo fondamentale per la memoria emozionale. Ricerche di psicologia animale provano che il potenziamento emozionale della memoria episodica è associato all'amigdala. Il potenziamento emozionale della memoria rappresenta il fenomeno per cui ricordiamo meglio ciò che è piacevole o spiacevole, piuttosto che gli eventi o le cose emotivamente neutre. L'uso della tomografia ad emissione di positroni (PET), una tecnica non invasiva di visualizzazione in vivo delle funzioni del cervello, ha dimostrato ormai definitivamente che le funzioni dell'amigdala sono correlate ai processi di codificazione dei ricordi legati a stimoli emozionali (Haman et al., 1999; Taylor et al., 1998).

Queste ed altre evidenze suggeriscono che l'amigdala costituisce un primo autonomo livello di analisi emozionale dei contenuti percettivi. Tale centro infatti è in grado di attivare risposte affettive di ansia e paura anche quando attraverso procedure sperimentali viene esclusa l'elaborazione cognitiva di stimoli sensoriali dotati di carica emotiva. Whalen ed altri, a questo proposito, hanno ideato un semplice esperimento. Hanno mostrato ad alcuni soggetti volontari una serie di fotografie di volti con espressioni emotivamente neutre opportunamente mascherate, misurando le occorrenti attivazioni dei centri e delle aree cerebrali attraverso la PET. La mascheratura delle immagini dei volti era ottenuta sovrapponendo ad esse per soli 36 millisecondi le foto di volti con espressioni rispettivamente di gioia o di paura. Il tempo di sovrapposizione era talmente breve che i soggetti non erano coscienti della mascheratura e riferivano quindi di aver visto solo volti con espressioni neutre. Ciononostante, le registrazioni dell'attività dell'amigdala dimostravano un aumento in corrispondenza della sovrapposizioni con volti esprimenti paura e una diminuzione in occasione della presentazione di espressioni neutre o felici. La capacità dell'amigdala di discriminare le emozioni in assenza di espliciti elementi cognitivi potrebbe costituire uno dei meccanismi biologici in gioco nei processi psicologici inconsci (Whalen et al., 1998).

### 3.6.3 Ippocampo

Sin dagli anni '60, le ricerche hanno evidenziato il ruolo dell'ippocampo nelle manifestazioni emotive, prime fra tutte l'organizzazione e la coordinazione di risposte appropriate e funzionali in situazioni biologicamente importanti. Ad

esempio, ratti con lesioni ipocampali non imparano a rispondere con l'evitamento ad un segnale che anticipa la somministrazione di una scossa elettrica, un comportamento che è molto facile indurre in animali sani. Questo ed altri risultati concordanti hanno indotto Douglas (1967; 1975) a ipotizzare che l'ippocampo sia la sede di un meccanismo di inibizione delle risposte che agisce in base alla memorizzazione delle informazioni biologicamente rilevanti. Le lesioni ipocampali possono escludere quasi totalmente l'acquisizione e la ritenzione di qualsiasi riflesso condizionato. Se si osserva che questi riflessi vengono evocati dagli sperimentatori generalmente attraverso rinforzi ed incentivi di natura biologica rilevante, come cibo o acqua, è naturale inferire che l'ippocampo possa mediare l'aspetto motivazionale ed emotivo che garantisce l'instaurarsi di un condizionamento e più in generale di un apprendimento. Questa è un'ipotesi largamente confortata dalle caratteristiche anatomiche e dalla storia evolutiva dell'ippocampo: corteccia primitiva ma anche area a diretto contatto da un lato con il sistema deputato alla regolazione fisiologica, nonché, alla determinazione e al controllo dei comportamenti funzionali alla sopravvivenza dell'individuo e della specie emotivamente connotati, dall'altro con la neocorteccia, sito integrativo superiore, substrato dei processi psichici più complessi.

### 3.6.4 La corteccia cerebrale e le emozioni

Il ruolo della corteccia cerebrale nella vita emotiva era stato drammaticamente messo in evidenza verso la metà dell'Ottocento dal caso di Phinéas Gage, un impiegato delle ferrovie inglesi cui una sbarra scagliata da un'esplosione trapassò il cranio distruggendogli il lobo frontale. Gage sopravvisse all'incidente ma mutò radicalmente personalità. Apprezzato per la socievolezza e il buonumore, divenne irascibile, estremamente impulsivo, totalmente incapace di fare progetti a breve e lungo termine e costantemente mutevole nelle intenzioni.

Nel 1935, Jacobsen riproduceva sugli animali le lesioni subite da Gage, asportando i lobi frontali a due scimpanzé. Egli riferiva vistosi cambiamenti nel comportamento: una delle due scimmie, aggressiva e spesso violenta era diventata dolce e arrendevole. Sintomi di cambiamenti nella personalità e del tono affettivo erano stati più volte descritti in clinica e sulla base di riscontri anatomopatologici su soggetti umani con lo stesso tipo di danno cerebrale. Nella seconda metà degli anni '30, sulla base delle evidenze sugli animali e sull'uomo, Egas Moniz, un chirurgo portoghese, proponeva ed introduceva la lobotomia frontale - consistente nella resezione delle fibre nervose che uniscono la corteccia frontale al resto del cervello - per la cura dei disturbi psichiatrici comprendenti aggressività, ansia, agitazione. Questa cura disperata aveva un clamoroso successo, diffondendosi rapidamente in tutto il mondo, tanto che nel 1949 valse il Nobel a Moniz. Successivamente la psicochirurgia cadeva in disuso così velocemente come si era imposta, quando cominciarono a scoprirsi le turbe comportamentali che provocava e per l'introduzione dei farmaci neurolettici.

Dal punto di vista funzionale, l'intervento della corteccia cerebrale nelle emozioni, nella loro espressione e nei processi di riconoscimento delle espressioni emotive di altre persone è chiaramente evidenziato con la Tomografia ad emissione di positroni. La PET ha dimostrato l'attivazione della corteccia prefrontale - l'area associativa circondata dalla corteccia motoria - nelle reazioni emotive, ad esempio durante la visione di sequenze filmate commoventi, drammatiche o ricche di tensione. Come era ragionevole presumere dal punto di vista evolutivo, le emozioni si accompagnano anche ad attivazioni PET della corteccia posteriore sensoriale: in situazioni di stress emozionale è infatti importante una più pronta e perspicua discriminazione percettiva.

La PET ha evidenziato funzioni correlate tra sistema limbico e corteccia negli eventi depressivi e nella tristezza non patologica (Mayberg et al., 1999). Soggetti depressi e volontari sani a cui viene indotta una tristezza transitoria manifestano un aumento del flusso ematico nel sistema limbico e una diminuzione a livello corticale. Al contrario la guarigione dalla depressione e la risoluzione della tristezza transitoria si accompagnano ad un calo dei processi metabolici nel sistema limbico e ad un aumento dell'irrorazione corticale. Questa reciprocità funzionale tra strutture interne del sistema limbico e corteccia (soprattutto prefrontale) potrebbe costituire la base fisiologica del legame che si osserva tra emozioni, attenzione e funzioni cognitive, soprattutto il decadimento delle prestazioni cognitive negli stati depressivi. L'aspetto bidirezionale di questa relazione, inoltre, sembrerebbe dar conto del meccanismo alla base dei trattamenti - cognitivo (dall'alto verso il basso), farmacologico (misto) e chirurgico (dal basso verso l'alto) - dei disturbi emotivi.

Queste acquisizioni PET sembrano dunque documentare la fisiologia dell'evidente continuità tra "ragione" ed emozione, e risultano inoltre coerenti con l'ipotesi dei marcatori somatici di Damasio. La corteccia prefrontale costituirebbe in tal senso la struttura superiore per la regolazione e il controllo cognitivo e sociale delle emozioni e delle espressioni affettive. E conseguentemente tale struttura rappresenta il centro superiore controllo dei processi autonomici e delle regolazioni omeostatiche correlate alle emozioni e determinanti nella patogenesi dei cosiddetti disturbi psicosomatici.

### 3.6.5 Sistema di ricompensa cerebrale

Il concetto di sistema di ricompensa cerebrale è il prodotto finale di una sperimentazione sui cosiddetti centri nervosi del piacere. Quest'ambito di ricerca prese il via a partire dalla scoperta di Olds e Milner del fenomeno dell'autostimolazione cerebrale. Nel 1954 questi due ricercatori stavano studiando gli effetti della stimolazione del sistema reticolare

sull'apprendimento. Il sistema reticolare è una struttura nervosa posta, alla base del cervello da cui dipendono la vigilanza e i processi nervosi di base dell'attenzione. I ratti affamati dovevano imparare a percorrere un labirinto per ricevere una ricompensa di cibo alla fine di ogni test corretto. Alcuni animali venivano, poi stimolati al cervello con dei microelettrodi cronicamente impiantati nel cranio. Secondo l'ipotesi di Olds e Milner questa stimolazione avrebbe dovuto incrementare le prestazioni nei test, migliorando i livelli di attenzione dei ratti. Molti animali, però, manifestavano uno strano comportamento, ritornavano nel posto del labirinto dove avevano ricevuto la stimolazione e lo esploravano attivamente, oppure ripetevano i gesti e le posture concomitanti alla stimolazione; in sostanza, essi manifestavano l'instaurarsi di un'associazione, l'apprendimento di un comportamento associato a quella stimolazione. I due ricercatori, allora, sacrificarono i ratti "anomali" e si accorsero che gli elettrodi non erano impiantati correttamente nella formazione reticolare mesencefalica, ma in posizione più anteriore. Sulla base delle evidenze del comportamento anomalo Olds e Milner ipotizzarono che la stimolazione in quell'area sbagliata producesse un'intensa esperienza di piacere o di gratificazione, un'esperienza che poteva agire, quindi, come rinforzo o incentivo e così spiegare gli strani fenomeni dell'apprendimento. Essi impiantarono, allora, gli elettrodi in questa specifica posizione e posero i ratti in gabbie di Skinner, dove, attraverso una leva, gli animali potevano somministrarsi la stimolazione cerebrale autonomamente. Dopo l'esplorazione della gabbia l'animale finiva per premere, più o meno casualmente, la leva e riceveva, quindi, la stimolazione; i ratti imparavano ben presto a premere la leva deliberatamente per procurarsi la stimolazione. Il primo ratto sottoposto a questo esperimento si autostimolò al ritmo vertiginoso di 2000 stimolazioni per ora e per l'impressionante periodo di 24 ore, finendo per dormire per le 24 ore successive. Olds e Milner conclusero che queste aree dovevano rappresentare i centri del piacere o, quantomeno, quelli del rinforzo positivo.

I risultati di questo esperimento indussero un gran numero di ricercatori a identificare l'esatta topografia delle aree cerebrali che inducevano il comportamento di autostimolazione. Furono condotti numerosissimi esperimenti su pesci rossi, piccioni, ratti, capre, gatti, cani, delfini scimmie; Bishop, Elder e Heath (1964) tentavano persino di controllare il comportamento operante in due soggetti umani che potevano praticare l'autostimolazione cerebrale, mentre l'autore svedese Sem-Jacobsen (1960) studiava gli effetti dell'autostimolazione in pazienti neurochirurgici. I risultati di queste indagini evidenziano come - sia pure all'interno di un ampio ambito di variabilità - le stimolazioni "ricompensanti" si danno, in generale, in tutte le aree del sistema limbico, anche umano; all'interno di tale sistema, però, sono state identificate le strutture e le vie evidentemente associate ad una ricompensa, ad un piacere, ancor più elevati: il nucleo centrale dell'amigdala, il nucleus accumbens, il fascicolo mediale prosencefalico un fascio di fibre nervose ascendenti, ed in particolare la parte che attraversa l'ipotalamo (la struttura maggiormente implicata nelle regolazioni fisiologiche e nei comportamenti funzionali alla sopravvivenza individuale e della specie). Si è concluso, pertanto, che questo circuito di centri e vie nervose rappresenta la base anatomofisiologica del sistema di ricompensa cerebrale. Gli studi anatomici hanno, in seguito, evidenziato che le vie catecolaminergiche del sistema di ricompensa cerebrale giungono alla neocorteccia soprattutto quella del lobo frontale, dopo aver interessato, col loro decorso, tutte le strutture del sistema limbico. Da questo punto di vista, il sistema di ricompensa cerebrale può essere considerato la struttura funzionale "ponte" tra i tre livelli esistenziali della vita dei Mammiferi: il livello fisiologico, quello emotivo e negli uomini anche quello cognitivo.

Ricerche più recenti hanno evidenziato un aspetto interessante per il nostro tema: la relazione tra la ricompensa cerebrale e lo stress (McCutcheon et al., 1991; Zacharko e Anisman, 1991). I topi con apparecchi per l'autostimolazione cerebrale rispondono alla somministrazione a di stressor non controllabili, come ad esempio improvvise scosse elettriche, abbassando la frequenza di stimolazione per le successive 24-48 ore. Il ritmo dell'autostimolazione invece non muta se i topi possono controllare gli agenti stressanti, ad esempio premendo una leva che interrompe la corrente al primo accenno di stimolazione elettrica. In sostanza l'esposizione a stressor incontrollabili, come una parte non marginale degli stimoli dell'ambiente psicosociale umano, sembra deprimere le funzioni del sistema di ricompensa cerebrale, portando all'indifferenza verso gli stimoli gratificanti e all'anedonia (incapacità di percepire il piacere) tipica della depressione nell'uomo.