

Storia della neurobiologia delle emozioni

Teorie dell'evoluzione e approcci evolucionistici alla comprensione delle emozioni

Pur costituendo la struttura teorica fondamentale delle scienze della vita, l'evoluzionismo ha sinora trovato scarsa accoglienza in neurobiologia. Questa mancata assimilazione ha fatto sì che buona parte delle neuroscienze continuassero a far riferimento ad un modello fondamentalmente cartesiano, segnato dal dualismo mente/cervello, fermo ad una rappresentazione meccanicistica del corpo umano, del cervello, relativamente capace di contemplare il carattere storico, individuale del sistema nervoso e soprattutto non in grado di inquadrare adeguatamente il rapporto tra le sue strutture e le sue funzioni.

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.

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.

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.

L'evoluzionismo di Lamarck

Il naturalista francese Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) è il primo scienziato a proporre una organica, coerente ed elaborata visione evoluzionistica del mondo vivente. La dottrina lamarckiana interessa la nostra analisi in quanto essa tematizza per la prima volta il ruolo adattativo delle emozioni.

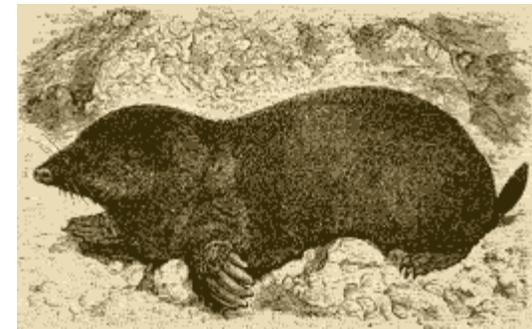


Philosophie Zoologique,
1809

L'evoluzionismo di Lamarck

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, è anche il primo a concepire l'unità delle scienze del vivente, proponendo nel 1801 il termine biologia.

L'evoluzionismo di Lamarck tuttavia poggia 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.



L'evoluzionismo di Lamarck

Secondo Lamarck, l'evoluzione è mossa in primo luogo da una specifica proprietà dei processi biologici, da una caratteristica tendenza alla creazione di organi e funzioni nuove.

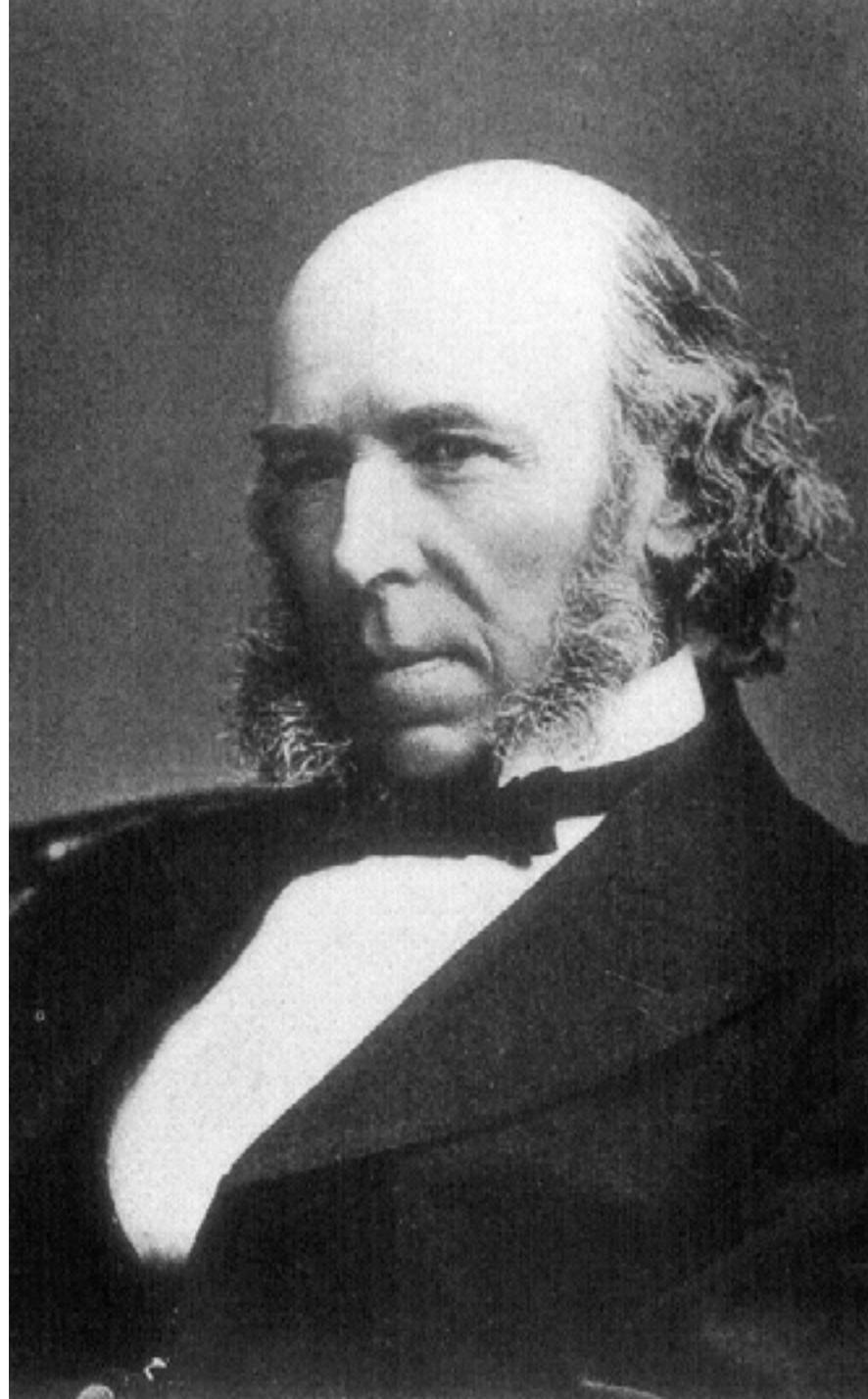
La trasformazione delle specie viventi, inoltre, dipende dall'azione dell'ambiente che, tramite l'uso e il disuso degli organi, produce negli individui viventi modificazioni fisiche capaci di trasmettersi ai discendenti (ereditarietà dei caratteri acquisiti).

La trasformazione delle specie in Lamarck si lega 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 .

L'evoluzionismo di Lamarck

Le emozioni sono 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, ipotizza 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, poggia sulle funzioni emotive in quanto capaci di innescare le modificazioni dell'uso degli organi alla base della trasformazione organica.

La teoria
dell'evoluzione di
Spencer: verso una
riformulazione
evoluzionistica dei
fenomeni psicologici
e del rapporto
mente-corpo



L'evoluzionismo di Spencer

Nel 1852, fa uscire *L'ipotesi dello sviluppo*, in cui avanza una concezione evoluzionistica ispirata a quella di Lamarck. Come Lamarck, Spencer crede esista una pulsione connaturata alla trasformazione biologica e che gli adattamenti all'ambiente realizzati dagli individui di una specie possono trasmettersi per via ereditaria ai discendenti, modificando così pian piano la specie stessa.

È 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 tenta di chiarire in base all'ipotesi evoluzionistica come i processi psicologici possano emergere gradualmente dai fenomeni biologici.

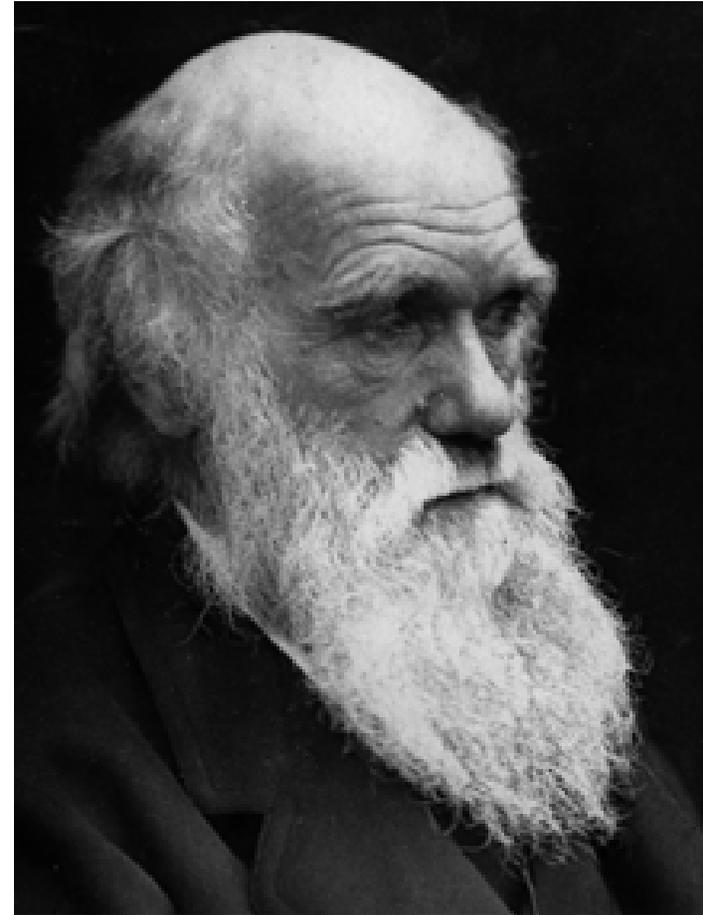
L'evoluzionismo di Spencer

Spencer ritiene che le funzioni psicologiche costituiscano 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.

Evolutivamente questa logica si concreta dapprima come semplice riflesso, poi come istinto, quindi come emozioni, in ultimo come memoria e intelletto. 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.

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

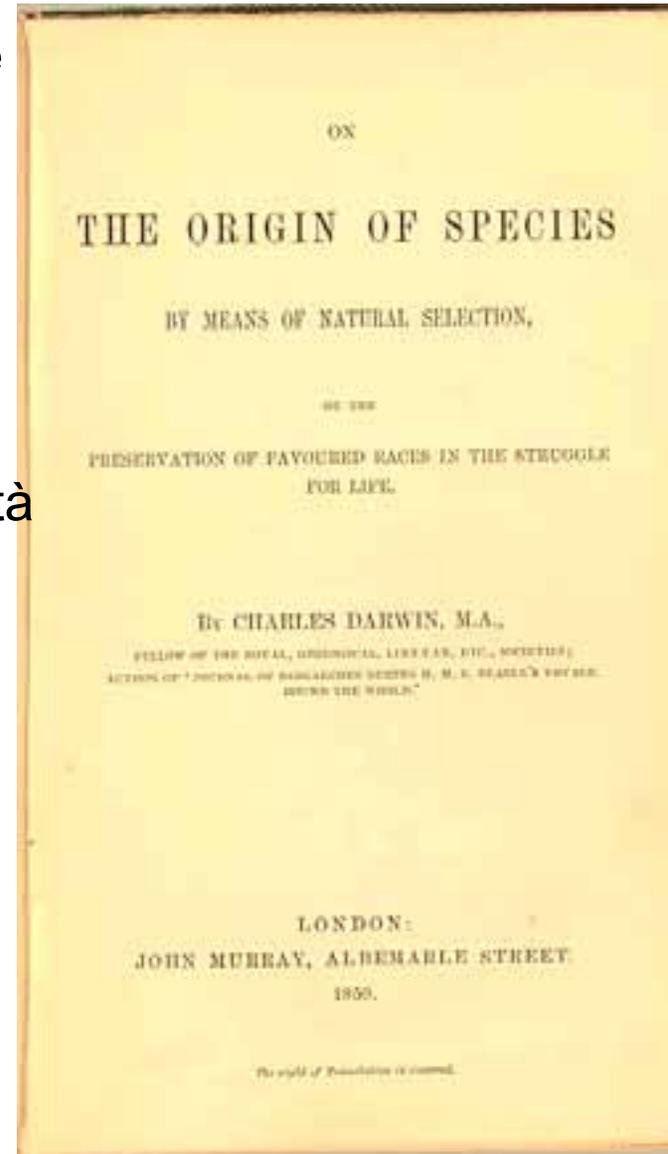


Darwin comincia a elaborare la sua teoria dell'evoluzione al ritorno di un lungo viaggio naturalistico intorno al mondo, partendo da alcune fondamentali considerazioni sulle proprietà degli organismi viventi:

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;

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



The Origin of the species, 1809

La selezione naturale

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.

Le emozioni secondo Darwin

le emozioni hanno un'origine evolutiva e quindi possono essere comprese a partire dal loro vantaggio selettivo e dalla loro storia.

Darwin indica 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.



Le emozioni nella prospettiva evolutionsitica

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.

Le emozioni nella prospettiva evuzionistica

- Pribram (1980) le emozioni, sono delle «immagini di controllo» dell'ambiente interno;
- MacLean (1970), le emozioni sono una sintesi psicobiologica tra esperienze interne e sensazione esterne;
- Antonio Damasio (1994) definisce «marcatori somatici» i correlati fisiologici dell'esperienza emotiva appresa.
- 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.

Il concetto di omeostasi

Walter Bradford Cannon



«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, *The Wisdom of the body*, 1939)

La reazione d'allarme

Cannon si era avvicinato allo studio dei processi autoregolativi e integrativi negli organismi indagando le influenze del sistema nervoso e delle emozioni sul canale alimentare.

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.

La teoria delle emozioni James-Lange

William James (1884) Carl Lange (1885).

La teoria delle emozioni James-Lange ribaltava l'idea del senso comune che considera i cambiamenti fisiologici dell'attivazione emozionale come una conseguenza, o al massimo una concomitanza, del vissuto affettivo. «La mia tesi», scrive 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»

La teoria talamica di Cannon

All'inizio del '900, la teoria James-Lange è sottoposta a duri attacchi da parte di molti fisiologi. Nel 1927, Cannon riassume queste obiezioni in un importante articolo sull'*American Journal of Physiology*.

le emozioni sono indipendenti dalle modificazioni viscerali;

le manifestazioni somatiche non sembrano differire da emozione a emozione;

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;

producendo artificialmente delle alterazioni fisiologiche (ad esempio somministrando adrenalina) non si ottengono delle esperienze emotive definite ed organizzate, come invece si deduce dalla teoria James-Lange.

La teoria talamica di Cannon

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.

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.

Un allievo di Cannon, Philip Bard studia nel 1934 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.

Negli anni '40, Stephen Ranson e Walter Hess dettagliano la planimetria funzionale dei singoli nuclei ipotalamici, usando lo stereotassico e la stimolazione elettrica. Il primo in animali anestetizzati, il secondo in animali svegli con microelettrodi cronicamente impiantati.

Questi studi dimostrano 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 (centri ergotropici o dinamogeni). 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.

Josè Delgado e gli esperimenti di controllo delle reazioni emozionali con stimolazione elettrica indotta via radio (1965)



Il circuito di Papez

Nel 1937, James Papez iniziava 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 rabbiche. Papez sapeva che le lesioni prodotte dal virus della rabbia interessano principalmente la circonvoluzione dell'ippocampo.

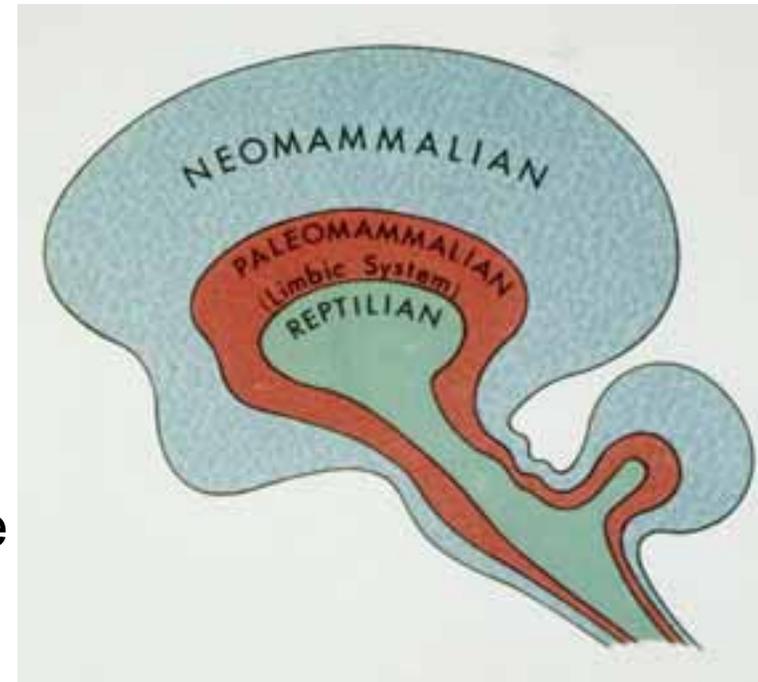
L'ippocampo fa parte di un insieme funzionale di strutture del cervello definite "lobo limbico" da Paul Broca nel 1878, strettamente connesse all'ipotalamo e contenenti il nucleo dell'amigdala e del setto. In base a questi dati Papez proponeva un "nuovo meccanismo delle emozioni": il lobo limbico rappresenta il centro integrativo superiore delle emozioni, il sito nervoso in cui i "pensieri e le emozioni" vengono coordinati.



Papez JW. A proposed mechanism of emotion. 1937. J Neuropsychiatry Clin Neurosci

MacLean e i tre cervelli

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)



La sindrome Klüver-Bucy

Il ruolo dell'amigdala nella regolazione di questi stati affettivi è stato evidenziato nel 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 iper-sessualità. 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.

La scoperta del 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.



James Olds (1922-1976)

La scoperta del sistema di ricompensa cerebrale

Le ricerche condotte da Larry Stein dagli inizi degli anni sessanta avviano la ricerca sulla farmacologia del sistema di ricompensa cerebrale. Stein aveva studiato l'effetto della somministrazione di farmaci che hanno azioni facilitatrice o inibitrice nei riguardi della noradrenalina sul comportamento di autostimolazione cerebrale. Le sue esperienze dimostrarono che i farmaci con azione bloccante, come la clorpromazina o l'alooperidolo, fanno diminuire il ritmo dell'autostimolazione, mentre tale ritmo viene incrementato dalla somministrazione di imipramina (che invece blocca la ricattura delle catecolamine). Stein conclude che la noradrenalina è un mediatore essenziale del sistema di ricompensa cerebrale.

Nel 1969, Stein e David Wise, si propongono di rilevare la presenza (e l'aumento della presenza) della noradrenalina nei siti specifici del sistema di ricompensa cerebrale, nel fascicolo mediale prosencefalico durante l'effettiva autostimolazione. Impiantano una cannula a doppia parete (push-pull cannula) in prossimità di questo fascicolo e dalla quale potevano aspirare il liquido presente nella zona durante i periodi di autostimolazione. I risultati delle analisi del liquido confermano le precedenti deduzioni di Stein: durante i periodo di autostimolazione si verifica un aumento della liberazione di noradrenalina. Il saggio farmacologico dimostra però anche un apprezzabile incremento della liberazione della dopamina. Negli anni successivi si dimostra la centralità della dopamina nei processi di ricompensa.