

## N° 1

### IL CERVELLO N° 1

ultima revisione: gennaio 2004

#### IL CERVELLO

Usare il cervello e sapere come funziona; nei buoni propositi per il nuovo anno, questa dichiarazione d'intenti non sfigurerebbe senz'altro. Infatti, di quell'organo complesso contenuto nella nostra scatola cranica se ne sa generalmente troppo poco.

Cerchiamo quindi di approfondire e divulgare alcune delle grandi questioni che riguardano la centralina di comando che guida il nostro corpo.

#### Mr Brain

La macchina incredibile che fa funzionare il nostro organismo. **Apprendimento "Studiare la poesia a memoria"; purtroppo, è una cosa che serve.**

#### Linguaggio

Pensare parlando e viceversa; si può migliorare giocando. **Genio Basta applicarsi? Diventare un Leonardo si può (forse).**

#### Efficienza creativa

Non è questione di intelligenza, ma di migliore uso del cervello. **Diventare geni Conoscenza più immaginazione; ci si può esercitare.**

#### Parità tra i sessi?

**Le differenze di genere e il cervello: la spiegazione di alcuni comportamenti. Maschi e femmine In Rete alla ricerca della differenza: verità, studi e leggende.**

#### Musicisti si nasce?

Musica ed emozioni stanno insieme nella nostra mente. **Il sonno ci aiuta Permette alle informazioni di "fissarsi" al riparo da ogni disturbo.**

#### Mens sana

Salute della psiche per stare bene in tutto il corpo. **Psiche "geniale" Psicologia online nel Focus a cura di Virgilio Genio.**

#### E tu che genio sei?

Newton, Leonardo, Copernico o... BC? **Un test divertente per conoscersi meglio.**

#### Cosa cerchi?

**Clicca i migliori affari**

**Fantastiche occasioni per tutte le tasche!  
solo su: eBay**

**Comprare libri su Internet**

**Italiani o Inglesi (UK+US),  
li trovi qui con bol.com**

**Libri Italiani English Books  
a cura di: [www.ita-bol.com](http://www.ita-bol.com)**

**Aziende | Broadband | Casa | Cinema & TV | Community | Computer | Donne |  
Economia | Giochi | Junior | Lavoro  
Motori | Musica | News | Salute e benessere | Salvadanaio | Sapere e libri |  
Shopping | Sociale | Soldi | Sport | Viaggi | Esplora Virgilio**

## **N° 2**

### **IL CERVELLO N° 2**

**02 marzo 2004**

#### **Cervello**

la porzione anteriore dell'encefalo, divisa per il lungo in due emisferi simmetrici, uniti parzialmente nella parte inferiore dal corpo calloso di sostanza bianca. Gli emisferi sono percorsi da cavità o ventricoli. Le pareti degli emisferi sono formate da sostanza grigia, ricca di neuroni, o corteccia cerebrale, che riveste la sostanza bianca formata di fibre.

#### **Il meglio della Rete su cervello:**

**» Il cervello e il suo funzionamento  
Semplice spiegazione dell'elaborazione cerebrale delle informazioni.  
Lingua: Italiano**

#### **IL CERVELLO**

#### **COME FUNZIONA?**

"Il cervello è l'organo più difficile da studiare", ha detto E. Fuller Torrey, psichiatra dell'Istituto Nazionale americano di Igiene Mentale. "Ce lo portiamo in giro chiuso in questa scatola sulle spalle che è molto scomoda per fare ricerche".

Gli scienziati, però, dicono di avere già imparato molte cose sul modo in cui il cervello elabora le informazioni che riceve dai cinque sensi. Prendete, ad esempio, il modo in cui elabora gli stimoli visivi.

#### **Gli occhi della mente**

La luce raggiunge gli occhi e colpisce la retina, una struttura formata da tre strati di cellule che si trova sul fondo del bulbo oculare. La luce penetra fino al terzo strato. Qui si trovano cellule dette bastoncelli, che sono sensibili alle variazioni di luminosità, e coni, che reagiscono a luce di diverse lunghezze d'onda

corrispondenti ai colori rosso, verde e blu. La luce scolora il pigmento presente in queste cellule. Questo genera un segnale che viene trasmesso alle cellule del secondo strato e da queste ad altre cellule ancora nello strato più esterno. Gli assoni di queste cellule si uniscono per formare il nervo ottico.

I milioni di neuroni del nervo ottico arrivano a una regione del cervello nota come chiasma ottico. Qui i neuroni che portano i segnali provenienti dalla parte sinistra della retina di ciascun occhio si incontrano e proseguono paralleli fino alla parte sinistra del cervello. Analogamente, i segnali provenienti dalla parte destra di ciascuna retina si uniscono e viaggiano verso la parte destra. Gli impulsi arrivano poi a un "ripetitore" situato nel talamo, e da lì i neuroni successivi li trasmettono a una zona nella parte posteriore del cervello nota come corteccia visiva.

Elementi diversi dell'informazione visiva viaggiano su strade parallele. I ricercatori sanno ora che la corteccia visiva primaria, insieme a un'area vicina, funge un po' da "ufficio postale" in quanto seleziona, smista e integra le molte informazioni portate dai neuroni. Una terza area percepisce i contorni, ad esempio i margini di un oggetto, e i movimenti. Una quarta area riconosce sia la forma che il colore, mentre una quinta aggiorna di continuo mappe di dati visivi per seguire i movimenti. Le ricerche attuali fanno pensare che ci siano ben 30 aree cerebrali diverse che elaborano le informazioni visive raccolte dagli occhi! Ma in che modo queste aree collaborano per dar vita a un'immagine? Sì, come fa la mente a "vedere"?

### "Vedere" con il cervello

L'occhio raccoglie informazioni per il cervello, ma è evidentemente la corteccia a elaborare le informazioni che il cervello riceve. Se scattate una foto, questa rivelerà particolari dell'intera scena. Se invece guardate la stessa scena con gli occhi, osservate consapevolmente solo quella parte su cui fissate l'attenzione. In che modo il cervello faccia questo rimane un mistero. C'è chi ritiene che questo sia il risultato di un'integrazione progressiva dell'informazione visiva in cosiddette "aree di convergenza", che permettono di paragonare ciò che si vede con ciò che si conosce già. Altri suggeriscono che quando non si vede qualcosa di evidente, è semplicemente perché i neuroni che controllano la visione cosciente non producono impulsi.

Comunque stiano le cose. Le difficoltà che gli scienziati incontrano nello spiegare i meccanismi della visione sono insignificanti in paragone con i problemi che pone il definire cosa sia implicato nei concetti di "consapevolezza" e "mente". Raffinate tecniche di indagine diagnostica, come la risonanza magnetica e la tomografia a emissione di positroni (PET), hanno permesso agli scienziati di osservare il cervello umano in modi nuovi. E osservando come il sangue affluisce a certe regioni del cervello durante i processi mentali hanno concluso con ragionevole certezza che udire le parole, visualizzarle e pronunciarle sono processi che coinvolgono aree diverse della corteccia cerebrale. Nondimeno, conclude uno scrittore, "il fenomeno della mente, ovvero della consapevolezza, è molto più complesso ... di quanto si potesse sospettare". Sì, i misteri del cervello sono ancora in gran parte da svelare.

### Il cervello: solo uno straordinario computer?

Per comprendere la complessità del cervello può essere utile fare dei paragoni. All'inizio della rivoluzione industriale, a metà del XVIII secolo, divenne di moda paragonare il cervello a una macchina. In seguito, quando le centraline telefoniche divennero un simbolo di progresso, il cervello venne paragonato a una centralina in piena attività con un operatore che prendeva decisioni. Ora che i compiti più complessi sono affidati a computer, c'è chi paragona il cervello a un computer. Ma il paragone spiega a sufficienza come funziona il cervello?

Tra il cervello e un computer esistono significative differenze basilari. Il cervello è fondamentalmente un sistema chimico, non elettrico. All'interno di ogni cellula avvengono numerose reazioni chimiche, mentre un computer funziona in maniera completamente diversa. Inoltre, come osserva Susan A. Greenfield, "il cervello non è programmato da nessuno: è un organo che si autoorganizza spontaneamente". Un computer, invece, deve essere programmato.

I neuroni comunicano tra loro in maniera complessa. Molti neuroni reagiscono a 1.000 o più "input" sinaptici. Per comprendere quali conseguenze ha questo fatto, notate i risultati ottenuti da un neurobiologo che ha studiato una regione della base del cervello, posta dietro il naso e leggermente più in alto, per scoprire come facciamo a distinguere gli odori. Egli osserva: "Persino questo compito apparentemente semplice, che sembra una sciocchezza in paragone con il dimostrare un teorema di geometria o con l'apprezzare un quartetto d'archi di Beethoven, coinvolge circa 6 milioni di neuroni, ciascuno dei quali può ricevere 10.000 stimoli dai suoi simili".

Ma il cervello non è solo un insieme di neuroni. Per ogni neurone vi sono diverse cellule dette gliali. Queste, oltre a servire da sostegno strutturale, provvedono all'isolamento elettrico dei neuroni, combattono le infezioni e si uniscono per formare la cosiddetta "barriera ematoencefalica" che protegge il cervello. Secondo i ricercatori le cellule gliali potrebbero avere altre funzioni non ancora scoperte. "L'ovvia analogia con i computer di fattura umana, che elaborano informazioni elettroniche in forma digitale, potrebbe essere talmente incompleta da risultare fuorviante", conclude la rivista *The Economist*.

### E ci resta da spiegare ancora un altro mistero.

#### Di cosa sono fatti i ricordi?

La memoria, che secondo quanto scrive Richard F. Thompson nel libro *Il cervello è "il fenomeno più straordinario di tutto il mondo naturale"*, coinvolge vari sistemi cerebrali distinti. La maggior parte degli studiosi del cervello distingue fra due tipi di memoria: dichiarativa e procedurale. La memoria procedurale ha a che fare con capacità e abitudini, mentre quella dichiarativa implica l'immagazzinare dati. Il succitato libro sul cervello classifica i processi della memoria sulla base del tempo: c'è la memoria a brevissimo termine, che si conserva per circa 100 millisecondi; la memoria a breve termine, che permane per alcuni secondi; la memoria di lavoro, che conserva le esperienze recenti; e la memoria a lungo termine, che immagazzina le informazioni verbali e le capacità motorie che sono state ripetute molte volte.

Una possibile spiegazione della memoria a lungo termine afferma che essa trae origine dall'attività della parte anteriore del cervello. L'informazione selezionata per

la memoria a lungo termine passa sotto forma di impulso elettrico a una parte del cervello nota come ippocampo. Qui un meccanismo chiamato potenziamento a lungo termine accresce la capacità dei neuroni di trasmettere messaggi. — Vedi il riquadro "Sinapsi e neurotrasmettitori".

Una teoria diversa sul funzionamento della memoria parte dall'idea che le onde cerebrali vi svolgano un ruolo fondamentale. I suoi sostenitori ritengono che le regolari oscillazioni dell'attività elettrica cerebrale, un po' come i colpi di un tamburo che scandisce il tempo, aiutino ad associare i ricordi e a coordinare l'attivazione di varie cellule cerebrali.

Per quanto molti dei misteri del cervello rimangano irrisolti, questo organo straordinario ci permette di pensare, meditare e richiamare alla mente le cose imparate. Ma come possiamo usarlo al meglio? L'ultimo articolo di questa serie risponde a questa domanda.

### SINAPSI E NEUROTRASMETTITORI

Quando un neurone viene stimolato, un impulso nervoso viaggia lungo l'assone. Quando l'impulso raggiunge la terminazione dell'assone (il cosiddetto "bottoncino" sinaptico), fa sì che le minuscole vescicole sinaptiche che vi si trovano, ciascuna delle quali contiene migliaia di molecole di neurotrasmettitore, si fondano con la membrana dell'assone e liberino il loro carico di neurotrasmettitori nello spazio della sinapsi.

Attraverso un complicato sistema di chiavi e serrature, il neurotrasmettitore apre e chiude canali di accesso nel neurone successivo. Di conseguenza, particelle dotate di carica elettrica entrano nel neurone bersaglio e vi provocano ulteriori modificazioni chimiche che generano un impulso elettrico oppure inibiscono l'ulteriore attività elettrica.

Quando la stimolazione dei neuroni e la conseguente liberazione dei neurotrasmettitori nello spazio sinaptico avvengono con regolarità si verifica un fenomeno detto potenziamento a lungo termine. Secondo alcuni ricercatori questo implicherebbe un avvicinamento dei neuroni. Secondo altri ci sarebbero le prove che il neurone bersaglio invia a sua volta un messaggio a quello da cui è arrivato l'impulso. Questo, a sua volta, provoca delle modificazioni chimiche tali che viene prodotta una quantità ancora maggiore di proteine perché fungano da neurotrasmettitori. A loro volta, queste rafforzano il legame tra i neuroni.

La modificabilità delle connessioni all'interno del cervello, la sua cosiddetta "plasticità", è all'origine del detto:

"Ciò che non si usa si perde". Pertanto, se si vuole ricordare una cosa è utile richiamarla alla mente spesso.

### CAPACITA' CARATTERISTICHE DELL'UOMO

Grazie a regioni cerebrali specializzate dette aree del linguaggio gli esseri umani sono dotati di eccezionali capacità di comunicazione. A quanto pare quello che vogliamo dire viene organizzato dalla regione dell'emisfero cerebrale sinistro nota

come area di Wernicke (1). Questa è in comunicazione con l'area di Broca (2), che applica le regole grammaticali. Gli impulsi arrivano poi ad alcune vicine aree motorie che controllano i muscoli facciali e aiutano a formare dovutamente le parole. Queste aree, inoltre, sono connesse con il sistema visivo del cervello così che possiamo leggere, con il sistema uditivo così che possiamo udire, capire quello che gli altri ci dicono e agire di conseguenza, e — fatto non meno importante — con le banche dati della memoria, così che possiamo immagazzinare pensieri significativi. "Quello che davvero distingue gli esseri umani dagli altri animali", osserva una pubblicazione di carattere scientifico, "è la capacità di imparare un'incredibile varietà di comportamenti, fatti e regole, non solo in relazione agli oggetti fisici dell'ambiente in cui si trovano, ma soprattutto in relazione alle altre persone e a ciò che le spinge a comportarsi in un determinato modo". —Journey to the Centres of the Brain.

Basato su: Susan A. Greenfield, The Human Mind Explained, 1996.

#### Assono

Fibra in grado di trasmettere segnali che collega i neuroni

#### Dendriti

Connessioni brevi e ramificate che collegano i neuroni

#### Neuriti

Prolungamenti del neurone simili a tentacoli. Sono fondamentalmente di due tipi: assoni e dendriti

#### Neuroni

Cellule nervose. Nel cervello ce ne sono da una decina di miliardi a un centinaio di miliardi, e "ciascuna è collegata a centinaia, a volte migliaia, di altre cellule"

#### Neurotrasmettitori

Sostanze chimiche che trasportano un segnale nervoso da un neurone all'altro attraverso il cosiddetto spazio sinaptico

#### Sinapsi

La giunzione attraverso la quale un neurone o un nervo trasmette un segnale ad un altro

» **Cervello, evoluzione e adattamento**

**Analisi relativa al funzionamento del cervello e alla sua evoluzione.**

**Lingua: Italiano**

**Multimedia: Video**

#### Cervello, evoluzione e adattamento di Stefano Canali

Il cervello è l'organo preposto al controllo e alla coordinazione di tutte le funzioni organiche. Esso elabora le informazioni provenienti dai diversi tessuti dell'organismo, per produrre la risposta comportamentale più funzionale agli stati di necessità del corpo e alla situazione ambientale. In questo senso, il cervello è l'organo primario dell'adattamento. Nel corso dell'evoluzione degli organismi viventi, il cervello si è via via complicato con apparati di analisi ed integrazione delle informazioni sempre più sofisticati, che hanno permesso alla risposta adattativa di

non realizzarsi più, come avveniva e come avviene negli organismi inferiori, in via esclusivamente riflessa ed automatica, ma in modo intelligente ed aperto all'esperienza. Il nostro cervello rappresenta il prodotto della stratificazione dei tre tipi di cervello apparsi nel corso della trasformazione evolutiva dei vertebrati. Il cervello più antico, specializzato nel controllo delle funzioni automatiche, come la vigilanza, la respirazione e la circolazione, comprende le parti del midollo che si allungano nel cervello e che terminano nel tronco celebrale.

Fig.11 I centri che si sono sovrapposti a queste strutture, come il talamo, l'amigdala e i nuclei del putamen, fanno parte del cosiddetto cervello emozionale. Dalle loro funzioni dipende il comportamento emotivo e motivazionale ed i meccanismi del rinforzo psicologico (soprattutto quelli al piacere e al dolore) che sono alla base dei processi di apprendimento. La corteccia cerebrale Fig.12 rappresenta la parte evolutivamente più recente del cervello umano. Essa rappresenta lo strato corrugato di cellule nervose che racchiude i centri del cervello più antichi. La corteccia cerebrale integra e coordina le funzioni di tutte le altre strutture nervose ed è la sede delle funzioni psiche superiori, come l'intelligenza razionale e il linguaggio. Il neurone è l'unità di base del sistema nervoso, una cellula altamente differenziata e specializzata per la raccolta, l'integrazione e la conduzione di impulsi nervosi.

Il termine neurone è stato introdotto nel 1891 dall'anatomista tedesco Wilhelm von Waldeyer, cui piaceva riferirsi a tale cellula come alla "macchina del pensiero". Le cellule nervose, tuttavia, erano già state identificate nel 1873 da Camillo Golgi, grazie ad una nuova tecnica di colorazione dei tessuti nervosi da osservare al microscopio. Golgi però pensava che le cellule nervose si prolungassero l'una nell'altra senza interruzioni fisiche, formando una sorta di rete continua di fibre. Fu lo spagnolo Santiago Ramon y Cajal ad accertare che ogni neurone rappresenta un'unità anatomica e funzionale distinta. Dal corpo cellulare del neurone si diramano due tipi differenti di fibre nervose, un assone e numerosi dendriti. L'assone è preposto alla conduzione dei messaggi che da un neurone vengono inviati ad altre cellule. I dendriti, al contrario, trasmettono al corpo cellulare del neurone i segnali nervosi provenienti dalle altre cellule con cui è posto in contatto. Fig.14

Un cervello umano contiene oltre 100 miliardi di cellule nervose ed ognuna di esse entra mediamente in contatto con 50 o 100.000 altri neuroni. Il numero totale dei contatti nervosi che si stabiliscono in un cervello umano supera quello stimato di tutti i corpi celesti presenti nell'universo. Una cifra veramente astronomica che può spiegare la complessità delle funzioni di questo organo nella nostra specie. Le cellule nervose La sinapsi Il termine sinapsi è stato introdotto nel 1879 dal fisiologo inglese Charles Scott Sherrington e deriva dal greco *synapsis*, che significa giunzione, unione. La sinapsi è la giunzione tra due neuroni specializzata nella trasmissione dell'impulso nervoso. La giunzione sinaptica è di tipo solamente funzionale in quanto in realtà tra due neuroni si frapponono uno spazio microscopico: la fessura sinaptica. In questo spazio, attraverso l'intervento di sostanze chimiche endogene sintetizzate nei corpi cellulari dei neuroni, chiamate neurotrasmettitori, si realizza la comunicazione tra cellule nervose. I due versanti neuronali della sinapsi si differenziano per struttura e meccanismi funzionali. La terminazione dell'assone che conduce l'impulso nervoso verso la fessura sinaptica rilascia il neurotrasmettitore incorporato in speciali vescicole, traducendo l'impulso elettrico

in un segnale chimico. La terminazione del dendrite che riceve il segnale nervoso, invece, presenta sulla sua membrana apparati specializzati, i recettori, la cui struttura molecolare è conformata ad accogliere, come una serratura per una specifica chiave, soltanto un tipo di neurotrasmettitore Fig. 17

Nella terminazione del dendrite, quindi, il messaggio chimico viene riconvertito in un impulso elettrico che riprende a viaggiare come tale nelle fibre nervose. Un neurone può arrivare a stringere anche 100.000 contatti sinaptici con altre cellule nervose. Decine di migliaia di messaggi eccitatori ed inibitori giungono così ad ogni istante al neurone attraverso le sue sinapsi. Come un microcalcolatore, il neurone analizza ed integra questi segnali e, con un processo di somma algebrica, decide se emettere o meno, a sua volta, un segnale nervoso attraverso il suo assone. A livello della sinapsi si verificano inoltre i primi eventi molecolari legati all'apprendimento e alla memoria. I processi svolti in queste microstrutture sono così la base funzionale di tutte le funzioni svolte dal nostro sistema nervoso e dal nostro cervello, comprese quelle che regolano e controllano la nostra vita emotiva e i nostri pensieri. La trasmissione nervosa e i neurotrasmettitori Le cellule nervose comunicano attraverso segnali di tipo chimico mediati dai neurotrasmettitori e codificati a livello dei relativi recettori. Sebbene nel cervello esistano decine di miliardi di neuroni, il numero dei neurotrasmettitori accertati è di qualche decina. Ciò significa che esistono milioni di neuroni che usano lo stesso mediatore chimico per scambiarsi informazioni. Nel cervello esistono quindi popolazioni di neuroni che parlano con linguaggi diversi. Il neurotrasmettitore viene rilasciato nella giunzione sinaptica dalla terminazione assonica di un neurone in risposta alla stimolazione elettrica. Esso si lega quindi alle molecole dei recettori presenti sulle terminazioni del dendrite dando così luogo alla serie di modificazioni chimiche sulla membrana della sinapsi che rilanciano l'impulso bioelettrico lungo le fibre nervose, verso altri neuroni Fig.19.

I neurotrasmettitori esistono tre tipi neurotrasmettitori. Il primo tipo comprende i neurotrasmettitori più diffusi nel cervello e dotati di struttura proteica più semplice, come l'acido gamma-ammino-butyrico (GABA) e l'acido glutammico. Il GABA, neurotrasmettitore inibitorio, e l'acido glutammico, mediatore chimico eccitatorio, hanno una azione marcata a livello delle sinapsi. I neurotrasmettitori del secondo tipo, come l'acetilcolina, la serotonina, la dopamina, la noradrenalina hanno una concentrazione cerebrale piuttosto bassa rispetto a quelli del primo tipo, ma ciò non significa che siano meno importanti. Tali mediatori chimici infatti sono coinvolti in maniera più o meno diretta nel controllo e nella regolazione del comportamento, dei processi cognitivi e soprattutto delle emozioni. La loro azione si esplica in maniera più lenta e meno marcata rispetto ai mediatori del primo tipo, ma tende ad essere più persistente e a diffondersi, come nel caso della noradrenalina, attraverso la circolazione sanguigna, anche su apparati funzionali diversi dal sistema nervoso, soprattutto su quello ormonale. Questa proprietà accomuna invece gran parte dei neuropeptidi, la classe dei neurotrasmettitori del terzo tipo. I neuropeptidi sono molecole proteiche complesse la cui recente scoperta ha rivoluzionato il modo di concepire le funzioni del sistema nervoso e le correlazioni tra questo organo e gli altri apparati funzionali, costringendo a rivedere la classica divisione dei neuropeptidi in liberati sia da neuroni che da cellule paraneuronali localizzate in tessuti od organi non nervosi, come l'intestino, il cuore e il pancreas. La liberazione dei neuropeptidi è regolata dal sistema nervoso ed è determinata dal passaggio di una corrente bioelettrica, ma la loro azione sui vari organi bersaglio si esplica in maniera identica

a quella propria di un ormone. L'azione dei neuropeptidi è di fondamentale importanza per l'integrazione delle attività dei vari organi e garantisce la coordinazione funzionale tra meccanismi fisiologici e processi comportamentali. La loro attività possiede, così, un carattere ubiquitario in quanto si esplica, allo stesso tempo, sul sistema nervoso centrale e sugli altri organi periferici. Il TRF (TRF), un neuropeptide rilasciato dall'ipotalamo, ad esempio stimola a livello periferico la secrezione di ormoni tiroidei, producendo quindi un'attivazione metabolica generale.

Dal punto di vista funzionale, ciò corrisponde all'azione di tale neuropeptide a livello del sistema nervoso centrale, dove induce un aumento della vigilanza, del tono dell'umore e dell'attività motoria. Una famiglia molto importante di neuropeptidi è rappresentata dalle endorfine. Le endorfine modulano la percezione del dolore ed il tono dell'umore e sono dotate di una potente azione morfina-simile. Per questa ragione, la loro scoperta, fatta nel 1975 da John Hughes e Hans Koesterlitz dell'università di Aberdeen, ha permesso di gettare luce sui meccanismi d'azione dei derivati dell'oppio e sulla base biologica della dipendenza da eroina. GABA Il legame tra GABA e relativo recettore determina un cambiamento chimico nella membrana del neurone bersaglio che rende quest'ultimo refrattario a eventuali stimoli eccitatori. Il GABA, pertanto, esercita un'azione di inibizione della trasmissione nervosa. I recettori specializzati per il GABA rappresentano il substrato anatomico sul quale agiscono i farmaci tranquillanti ed ansiolitici. Gli ansiolitici si legano ai recettori del GABA e ne mutano la forma, aumentandone l'affinità col neurotrasmettitore. Ciò a sua volta determina un potenziamento dell'azione del GABA ed una maggiore inibizione dell'attività bioelettrica del cervello. Tali farmaci, così, non riducono l'ansia per una loro propria virtù terapeutica, ma rendono soltanto la naturale azione tranquillante del GABA. Acido glutammico L'azione dell'acido glutammico sui relativi recettori invece aumenta l'eccitabilità neuronale ed innalza conseguentemente il consumo energetico delle cellule nervose. L'acido glutammico o glutammato viene usato in cucina per il suo gradevole sapore di carne. Un eccessivo uso di glutammato, nella forma di "dado" salsa di soia o di altri prodotti per insaporire i cibi, può indurre uno stato di ipereccitazione ed insonnia, con forte cefalea.

Questa sintomatologia è stata chiamata "sindrome cinese", in quanto si presenta con relativa frequenza dopo i pasti nei ristoranti cinesi, dove si fa un maggiore uso di glutammato rispetto alla cucina occidentale. Acetilcolina L'acetilcolina è il mediatore del sistema nervoso parasimpatico e delle sinapsi che si collegano ai gangli del sistema nervoso simpatico e svolge funzioni di neurotrasmettitore a livello del sistema nervoso centrale. In questa ultima divisione funzionale, l'acetilcolina rappresenta il mediatore di vie nervose implicate nella trasmissione dei segnali motori verso i muscoli scheletrici e nell'attivazione cerebrale. Dopamina La dopamina è il principale neurotrasmettitore del cervello emozionale. Essa svolge un ruolo fondamentale nella regolazione dei comportamenti adattativi e delle componenti affettive che li accompagnano rinforzandoli. La dopamina è uno dei principali neurotrasmettitori dei nuclei della base che coordinano il comportamento motorio, come la sostanza nera. I sintomi del morbo di Parkinson, quali la rigidità e il tremore, dipendono da deficit nelle funzioni del sistema dopaminergico, cioè dell'insieme dei neuroni contenenti dopamina. Tale neurotrasmettitore, inoltre, sembra costituire il messaggero nervoso più importante tra quelli in gioco nei processi emozionali del piacere e della ricompensa, quegli stati psicologici evocati

dai comportamenti gratificanti che realizzano finalità adattative come il mangiare, il bere, il riprodursi, l'aver successo nella lotta e nella competizione, lo sfuggire un pericolo, ecc. Numerose ricerche neurobiologiche hanno provato che in tali occasioni si registra una marcata attivazione dei sistemi neuronali dopaminergici. La trasmissione dopaminergica, così, rappresenta uno dei correlati fisiologici del rinforzo psicologico, il processo che spinge a ripetere i comportamenti risultati utili o comunque piacevoli, ovvero il fenomeno determinante nei processi di apprendimento. Una scarsa attività del sistema dopaminergico sembra essere un correlato fisiologico della depressione, mentre, al contrario, una iperattività di tale sistema pare connessa alla sindrome maniaca e schizofrenica. Ciò sembra dimostrato anche dalla validità terapeutica dei presidi farmaceutici usati in questi tipi di disturbi psichiatrici. Una classe di antidepressivi piuttosto usati (gli IMAO), infatti, agisce aumentando la disponibilità sinaptica della dopamina, attraverso l'inibizione dell'azione degli enzimi che distruggono tale neuromediatore dopo la trasmissione nervosa. Gli antipsicotici, al contrario, limitano la trasmissione dopaminergica, bloccando i recettori per la dopamina. Noradrenalina Anche la noradrenalina è un importante mediatore nervoso del cervello emozionale.

Essa è coinvolta però soprattutto nella regolazione dei comportamenti d'emergenza e nella risposta allo stress. A livello del sistema nervoso centrale produce attivazione cerebrale, aumentando l'attenzione e la vigilanza, mentre a livello periferico, attraverso le fibre del sistema nervoso simpatico, media gli aggiustamenti funzionali ai comportamenti di lotta e fuga, come l'aumento del battito cardiaco, della pressione arteriosa, della mobilitazione degli zuccheri, della dilatazione dei bronchi, dell'induzione del rilascio di adrenalina, ecc. La noradrenalina è implicata nei processi del rinforzo psicologico ed interviene quindi nelle funzioni cognitive. La noradrenalina, infine, è il trasmettitore nervoso principale del nucleo del locus coeruleus, un centro nervoso profondo che integra le informazioni sensoriali in arrivo alla periferia, per distribuirle poi ai centri superiori del cervello e alla neocorteccia. Tale nucleo sembra interessato all'azione delle droghe allucinogene. Serotonina Il ruolo della serotonina come mediatore nervoso è stato scoperto nel 1957 da Brodie e Shore, dopo che Vittorio Erspamer aveva determinato la sua presenza in alcune cellule nervose. La stazione principale delle vie serotoninergiche è rappresentata dal nucleo del rafe, un centro nervoso situato in profondità nel cervello. La serotonina sembra implicata nella regolazione del sonno e del sogno, nel controllo della temperatura corporea e nella coordinazione delle attività intestinali. La serotonina possiede una struttura chimica affine a quella dell'LSD, tanto che alcuni neuroscienziati hanno ipotizzato un coinvolgimento di questo neurotransmettore negli stati alterati di coscienza indotti dalle sostanze psichedeliche e nella sintomatologia allucinatoria propria della schizofrenia. Endorfine Come gli altri neuropeptidi, le endorfine sono caratterizzate da un largo spettro d'azione e presiedono alla modulazione e al controllo di numerosi programmi integrati fisiologici e comportamentali. Tenendo presente che esse possiedono generalmente un'azione inibitoria sui neuroni con cui stabiliscono un legame a livello recettoriale, si possono caratterizzare le funzioni delle endorfine descrivendo la mappa della loro localizzazione nel cervello.

La maggior concentrazione di recettori per le endorfine si riscontra: nella sostanza gelatinosa del midollo spinale, parte in cui le fibre nervose sensitive che conducono gli stimoli dolorifici dalle varie parti del corpo stabiliscono i loro primi contatti a livello encefalico; nella sostanza grigia periacquedottale, una struttura del

mesencefalo che ha la funzione di integrare gli stimoli dolorifici in arrivo al cervello; nella regione mediana del talamo, la porzione anatomica specializzata nell'elaborazione e nella trasmissione verso le altre parti del cervello degli stimoli sensoriali associati a dolori intensi e profondi; nel nucleo del tratto solitario, una parte del tronco cerebrale che presiede al controllo della respirazione e del riflesso della tosse; nel locus coeruleus, un centro nervoso del tronco cerebrale che rappresenta la stazione di origine delle fibre nervose contenenti noradrenalina; in tutte le strutture del sistema limbico e del cervello emozionale, l'organizzazione funzionale responsabile della risposta fisiologica, comportamentale e del vissuto psichico delle emozioni. Le endorfine e i neurotrasmettitori del secondo tipo sono i mediatori chimici del cervello più interessati all'azione delle droghe e alle alterazioni biochimiche che si instaurano nel cervello dei soggetti tossicodipendenti. Ciò anche perchè tali neurotrasmettitori sono alla base delle funzioni di una complessa e importante struttura di vie e centri nervosi, il cosiddetto sistema di ricompensa cerebrale. Il sistema di ricompensa cerebrale Il concetto di sistema di ricompensa cerebrale è il prodotto finale di una sperimentazione sui centri nervosi del piacere.

Questo filone di ricerche prese il via a partire dalla scoperta di James Olds dei fenomeni dell'autostimolazione cerebrale. Nel 1954, Olds studiava gli effetti sull'apprendimento della stimolazione di una particolare struttura posta alla base del cervello. Gli animali affamati dovevano imparare a percorrere un labirinto per ricevere una ricompensa di cibo alla fine di ogni test corretto. Alcuni ratti venivano poi stimolati elettricamente al cervello con dei microelettrodi cronicamente impiantati. Secondo l'ipotesi di Olds questa stimolazione avrebbe dovuto incrementare le prestazioni dei test. Gli animali stimolati, 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'apprendimento di un comportamento associato alla stimolazione elettrica, indice evidente che l'eccitazione elettrica del cervello possedeva per i topi qualità gratificanti e piacevoli. Olds pose quindi i ratti in gabbie di Skinner, dove, attraverso una leva, essi potevano autostimolarsi il cervello. Gli animali imparavano presto che premendo la leva potevano ottenere la stimolazione e si dimostravano pronti a subire scariche elettriche e altre punizioni pur di stimolarsi il cervello. Il sistema di ricompensa cerebrale comprende fibre contenenti dopamina e noradrenalina che si originano dai nuclei profondi dell'encefalo e si distribuiscono soprattutto nei centri cerebrali preposti al controllo degli equilibri fisiologici - dove vengono valutati i bisogni organici - a a quelli implicati nel comportamento motivazionale ed emozionale. Il sistema di ricompensa cerebrale in tal senso fa sì che i comportamenti risultati utili a soddisfare i bisogni organici siano gratificati e rinforzati attraverso la connotazione emotiva del piacere, inducendo quindi l'animale (e l'uomo) a ripeterli. Il sistema di ricompensa cerebrale proietta e riceve fibre nervose anche dalla corteccia cerebrale, cioè a dire dalla sede dei processi psichici superiori. Il piacere e la ricompensa, così, vengono ad avere una rappresentazione cognitiva, diventano variabili dipendenti dell'esperienza personale e dei fattori socio-culturali.

» **Evoluzione**

**Morfologia, funzionamento ed evoluzione del cervello nei vertebrati.**

**Lingua: Italiano**

## L'EVOLUZIONE DEL SISTEMA NERVOSO NEI VERTEBRATI

di

Giacomo Dodich

Marco Ghinassi

Lorenzo De Donato

INTRODUZIONE

DEFINIZIONE E STRUTTURA DEL VERTEBRATO

MORFOLOGIA E FUNZIONAMENTO DEL CERVELLO UMANO

EVOLUZIONE DEL CERVELLO DEI VERTEBRATI

L'INVERTEBRATO ED IL VERTEBRATO: DUE MODELLI A CONFRONTO

CONCLUSIONE

INTRODUZIONE

Ricordiamo che l'uomo è all'apice della scala evolutiva perché è un essere vivente culturale cioè che trasmette le proprie sensazioni ed esperienze ai propri discendenti. Per ragionare meglio su questa affermazione bisogna osservare, studiare e capire un organo molto complesso e importante dell'essere umano: il cervello.

Per l'uomo, come per tutti gli esseri animali, il cervello è un organo determinante per la vita; esso riceve e codifica tutte le sensazioni, le emozioni che gli esseri animali provano stando a contatto con tutto ciò che li circonda.

Fino alla prima metà del nostro secolo si considerava il cervello come una rete continua di materiale organico. Solo con la comparsa del microscopio elettronico negli anni cinquanta si capì che esso è costituito da un gran numero di cellule.

La seguente relazione mira a spiegare alcune delle teorie riguardanti l'evoluzione del cervello in tutte le classi di vertebrati. Pertanto dopo aver definito brevemente la loro struttura, si passerà a studiare i passaggi ed i cambiamenti che hanno portato al cervello che è oggi il più studiato: quello dell'Homo Sapiens. Infine sarebbe interessante svolgere un confronto della sua evoluzione tra i vertebrati e gli invertebrati.

"L'aumento progressivo delle aree telencefaliche che si è verificato nelle centinaia di milioni di anni che separano la comparsa della prima forma marina di vertebrato da quella dei mammiferi ed infine dell'Homo Sapiens, e il parallelo aumento delle capacità intellettuali valutato in base a test ideati per misurare l'intelligenza in individui della specie umana, hanno accreditato l'ipotesi universalmente accettata che l'evoluzione dei sistemi cerebrali sia avvenuta in base a un processo lineare continuo."

Rita Levi Montalcini

## DEFINIZIONE E STRUTTURA DEL VERTEBRATO

Il termine vertebrato indica un animale caratterizzato dalla presenza di uno scheletro osseo o cartilagineo, il cui asse (colonna vertebrale) è formato da vertebre; tra i vertebrati sono compresi i pesci, gli anfibi, i rettili, gli uccelli ed i mammiferi. Il corpo dei V. può essere distinto in tre parti principali: il capo, che comprende il cervello, gli organi di senso principali e l'apertura boccale, il tronco, che comprende gli organi digestivi, escretori e riproduttori dipartiti nel torace e nell'addome, ed infine la coda, che comprende parte dello scheletro assile (che costituisce l'asse del corpo) e della muscolatura metamerica (presente più che altro nelle forme acquatiche piuttosto che in quelle terrestri). Una volta anche i ciclostomi (classe di organismi acquatici simili ai pesci, con corpo cilindrico privo di arti, scheletro cartilagineo, bocca rotonda a ventosa, munita di molti dentini aguzzi) venivano considerati una classe dei vertebrati ma oggi vengono completamente staccati da essi per la mancanza di mascelle.

## MORFOLOGIA E FUNZIONAMENTO DEL CERVELLO UMANO

Il sistema nervoso e il cervello sono suddivisi in regioni anatomiche e funzionali più o meno identificabili. Alla periferia del nostro corpo, sulla pelle, negli organi di senso e attaccati ai muscoli si trovano i nervi detti appunto periferici che rappresentano l'inizio e la fine di ogni attività nervosa. La maggior parte di questi vanno a convergere o si dipartono nel midollo spinale, che è racchiuso nella colonna vertebrale. Risalendo quest'ultima verso la testa, il midollo spinale si modifica progressivamente e si trasforma in una struttura ancora tubolare ma più complessa, che si articola infine nel midollo allungato o bulbo e nel ponte, i quali costituiscono a loro volta l'inizio del cervello vero e proprio, detto anche encefalo. In continuazione del ponte si trovano in sequenza il mesencefalo, il diencefalo e il telencefalo, che si presenta enorme e diviso in emisferi relativamente simmetrici.

Tutto l'encefalo è ricoperto dalla corteccia cerebrale, che costituisce una sorta di mantello che avvolge quasi tutto l'encefalo. Nell'evoluzione questo mantello si è andato progressivamente espandendo e ha raggiunto nell'uomo dimensioni veramente spropositate, finendo per nascondere alla nostra vista il resto dell'encefalo. La corteccia umana è talmente ampia che viene convenzionalmente suddivisa in quattro regioni chiamate, procedendo dal davanti all'indietro, regione frontale, temporale, parietale e regione occipitale.

All'entrata della scatola cranica, seduto sulla parte posteriore della regione del ponte e del midollo allungato, si trova infine il cervelletto, una struttura un po' a se che ha funzioni particolari nel mantenimento dell'equilibrio, nella deambulazione più in generale nella coordinazione dei movimenti.

Come ho già detto precedentemente il cervello umano è composto da un gran numero di cellule chiamate appunto cellule nervose.

La cellula nervosa si distingue dagli altri tipi di cellula perché può assumere forme diverse e se ne conosce un'incredibile varietà, probabilmente superiore a quella di qualsiasi altro tipo di cellule. Ma al di là delle varietà differenti di cellule nervose, ci sono tratti comuni che contraddistinguono le cellule nervose dagli altri tipi: innanzitutto si può notare come la forma della cellula nervosa sia decisamente allungata e stretta; il nucleo si trova nella parte più cospicua chiamata corpo cellulare. Da qui partono due tipi di processi presenti ai due poli opposti del corpo

cellulare: un assone e un certo numero di dendriti: il primo è un prolungamento che serve a connettere il neurone con un suo bersaglio ( cioè un altro neurone o un muscolo ) e può avere anche una lunghezza 10.000 volte superiore al diametro del corpo cellulare; la parte terminale dell'assone è costituita da un certo numero di minuscoli contatti cellulari chiamati sinapsi o bottoni sinaptici; i dendriti sono una sorta di minuscoli tentacoli più esili e ramificati degli assoni e che spesso formano una ricca arborizzazione presente nella cellula nervosa al polo opposto a quello da dove parte l'assone.

Queste sono le caratteristiche di un neurone tipo ideale, ma si conoscono infinite variazioni su tale tema. Comunque più o meno il numero totale di neuroni in un uomo adulto si aggira intorno a  $10^{11}$ , cioè cento miliardi. Se poi consideriamo il fatto che ogni neurone ha in media 10.000 sinapsi (mediante le quali i neuroni comunicano tra di loro), si arriva alla cifra finale di  $10^{15}$ , numero decisamente superiore a quello delle cellule del nostro corpo (che ricordiamo è  $10^{14}$ ). Le informazioni viaggiano lungo le vie nervose, che sono costituite da nervi, cioè gruppi di assoni appartenenti ai corpi cellulari presenti nei centri.

Il cervello umano è considerato un organo unico mentre è diviso in varie zone che compiono funzioni distinte tra loro: i segnali nervosi provenienti dai recettori sensoriali confluiscono in un' area somatosensoria, mentre i segnali volontari per il movimento partono da una differente area detta appunto area motoria; esistono inoltre un'area visiva primaria dove confluiscono i segnali catturati dalla retina e un'area uditiva dove arrivano i segnali provenienti dal timpano.

### EVOLUZIONE DEL CERVELLO NEI VERTEBRATI

L'evoluzione della vita è iniziata da circa tre miliardi di anni e il suo inizio è stato col passare del tempo un'imprevedibile serie di innumerevoli avvenimenti terrestri e cosmici. Tuttavia da alcuni milioni di secoli gli organismi pluricellulari hanno introdotto nell'evoluzione biologica una nuova dimensione di complessità e dopo qualche migliaio di secoli alcuni discendenti di questi organismi appresero l'uso del fuoco e crearono degli utensili adatti a delle necessità sommarie. Appena duecento anni dopo il treno a vapore, la termodinamica e l'industrializzazione, i nostri contemporanei dominano l'energia nucleare e tentano di intraprendere dei viaggi nello spazio. I passi che seguono mirano ad illustrare brevemente alcune tappe della storia della vita.

Per affrontare l'argomento innanzitutto è importante liberarsi dal misconcetto ancora oggi largamente diffuso secondo il quale l'obiettivo ultimo dell'evoluzione delle specie animali si identifica nella comparsa dell' Homo Sapiens. Piuttosto è interessante soffermarsi sul lungo processo e sui vari stati dell'evoluzione del cervello. Come sempre è avvenuto nella storia dei viventi infatti, anche il cervello dell' Homo Sapiens è il risultato di un adattamento imperfetto, ed essendo tale è difficile spiegarne la funzione e la morfologia. A proposito di questo è significativo l'esempio portato da S.J.Gould ne "Il modello della storia della vita" nel quale egli paragona il cervello umano ad una cupola di una chiesa appoggiata ad un sostegno di forma quadrangolare: gli spazi triangolari che avanzano dalla loro sovrapposizione, che sembrano non avere funzione, corrispondono a quelle parti di cervello formatesi non per la necessità di svolgere una particolare funzione legata alla sopravvivenza dell'uomo, ma che in seguito hanno assunto un ruolo proprio.

Le principali teorie evolutive riguardanti il cervello, in linea più generale si possono riassumere e generalizzare confrontando anche le più recenti di esse con quelle della prima metà del nostro secolo.

### Principi evolutivi dei sistemi telencefalici

#### Ipotesi ritenute valide in passato Ipotesi attuali

1- Aumento lineare in grandezza nella filogenesi

1- Aumento in grandezza indipendente delle differenti aree telencefaliche

2- Iniziale assoluta dominanza del sistema olfattivo. Successiva dominanza di altri sistemi ascendenti dal telencefalo

2- Input olfattorio ristretto e input da altri sistemi sensoriali anche nei vertebrati più primitivi

3- I vertebrati inferiori non hanno sviluppato lunghi tratti discendenti originati nella corteccia

3- Suddivisioni delle aree corticali nei vertebrati: in tutti sono presenti tratti discendenti dal telencefalo

4- La stessa funzione è svolta dagli stessi sistemi nelle differenti classi di vertebrati

4- La stessa funzione può essere mediata da tratti differenti in vertebrati differenti

5- Strutture nervose simili in differenti vertebrati sono anche omologhe (di derivazione da una comune forma ancestrale)

5- Strutture simili in gruppi differenti sono spesso omoplastiche (formatesi in modo indipendente in seguito a meccanismi di evoluzione convergente)

Lo sviluppo del sistema nervoso non è avvenuto in modo lineare ma seguendo le cosiddette rotte multiple. Ciò sta ad indicare che l'ipotesi di una evoluzione lineare è stata sostituita da quella per branching (o radiazione a ventaglio) che vede nel cervello un insieme di aree e sistemi ognuno dei quali è andato incontro ad una evoluzione non uguale in tutte le specie, né parallela a quella che si è verificata negli altri settori cerebrali.

Nei vertebrati i sistemi motori, quelli sensitivi di second'ordine e gli interneuroni, si mantengono ben distinte le une dalle altre, essendo organizzate lungo linee longitudinali che si estendono lungo tutto l'asse del tubo neurale. Esso nei vertebrati assume forma cilindrica caratterizzata da una cavità centrale, e presenta condizioni ideali per scambi di tipo gassoso e per processi metabolici delle cellule nervose.

L'evoluzione del cervello ha seguito due principali linee divergenti: una è detta origine a masse solide e l'altra origine a vescicole cave. La prima è caratteristica dei vertebrati inferiori (dove per vertebrati inferiori si intendono tutte le specie di pesci ed anfibi) e si identifica come la formazione di masse relativamente solide costituenti il cervello. La seconda, che trova invece la sua massima realizzazione nei vertebrati superiori (rettili, uccelli e mammiferi), è caratterizzata dalla distribuzione delle cellule nervose in un sottile foglio corticale che ricopre cavità contenenti il liquido cefalo-rachidiano.

Oggi si pensa che il passaggio tra i pesci ancestrali ed i primi anfibi sia avvenuto nel periodo Devoniano: in questo lungo periodo infatti è avvenuto l'essiccamento dei mari e di conseguenza i pesci si trovarono di fronte alla necessità di adattarsi ad un nuovo ambiente completamente differente da quello marino. Per questo motivo si è quasi certi che gli individui che erano più altamente specializzati furono i primi ad estinguersi, mentre quelli che presentavano un senso olfattorio più sviluppato o che comunque avevano il telencefalo costituito da due emisferi cavi, sarebbero stati quelli in grado di adattarsi alla nuova vita terrestre e acquatica cui erano costretti a sottoporsi e che allo stesso tempo è diventata una loro proprietà.

Questa costituiva solo la prima tappa fondamentale della lunga storia dell'evoluzione del cervello. Le tappe successive possono essere così riassunte considerando che esse non si sono mai succedute in modo regolare e seguendo una linea costante, ma in modo discontinuo causato da rallentamenti e deviazioni in linee collaterali:

1. Espansione progressiva degli emisferi cerebrali;
2. Terminazioni dei sistemi afferenti provenienti dai recettori visivi, acustici e tattili in settori distinti della corteccia cerebrale;
3. Aumento in estensione del sottile strato corticale;
4. Formazione delle pieghe del mantello o circonvoluzioni.

Un'altra differenza sostanziale che divide i vertebrati inferiori da quelli superiori è il carattere diffuso dei primi contrapposto a quello altamente organizzato nei secondi. Questo in maniera molto semplificata si può spiegare dicendo che mentre nei primi i campi sinaptici sono pressoché diffusi uniformemente nel cervello, nei secondi è presente invece un alto grado di differenziazione sia a livello morfologico che a livello funzionale. Ciò comporta per esempio che a livello di capacità motorie un vertebrato inferiore quale può essere una rana è molto più limitata e può compiere unicamente movimenti coordinati in tutto il corpo, al contrario dei vertebrati superiori, che, in modo particolare nella loro forma più evoluta, cioè l'uomo, possono muovere arti in modo indipendente l'uno dall'altro. Naturalmente questo tipo di caratteristica non riguarda unicamente la capacità motoria, ma anche quella sensitiva.

Infine un ultimo importante problema è quello di definire quale è il rapporto tra cervello ed intelligenza. E.M. Macphail definisce l'intelligenza come "una proprietà degli organismi animali che si manifesta nella loro capacità di adattarsi a nuove circostanze. Una caratteristica comune a queste situazioni è di richiedere l'attitudine a discriminare e a rispondere in modo appropriato a sollecitazioni ambientali, cioè la capacità di riconoscere la regolarità tra eventi collegati casualmente gli uni agli altri". Egli in questa ipotesi non fa menzione delle eventuali correlazioni presenti tra le dimensioni del cervello e grado di intelligenza delle specie di mammiferi sottostanti ai primati e anzi egli esclude questa possibilità.

Infine l'ultimo problema preso in considerazione da Macphail è quello di stabilire se la superiorità intellettuale della nostra specie dipenda dall'acquisizione della capacità di comunicare mediante un linguaggio. Delle seguenti tre ipotesi:

1. lo sviluppo della facoltà linguistica è la conseguenza del fatto che la specie umana è più intelligente di tutte le altre specie;

2. il cervello umano non differisce sostanzialmente da quello degli altri vertebrati, ma possiede un meccanismo o un insieme di meccanismi che gli conferiscono la capacità di comunicare mediante la parola;

3. l'uomo non differisce dagli altri vertebrati soltanto nelle capacità linguistiche, ma anche nel possesso di altri sistemi cerebrali non direttamente connessi a quello del linguaggio nel determinare la differenza qualitativa dell'intelligenza umana da quella di tutti gli altri invertebrati.

Macphail esclude la prima senza dubbio, mentre in accordo con le altre due, sostiene che il ruolo del linguaggio è stato fondamentale per determinare la differenza qualitativa dell'intelligenza dell'uomo da quella di tutti gli altri invertebrati; ed infine aggiunge che il giorno in cui un nostro lontano progenitore emise i primi suoni articolati, segnò l'evento più importante nella storia evolutiva dell'uomo, che con ciò si sarebbe separata da quella di tutti gli altri vertebrati.

### L'INVERTEBRATO ED IL VERTEBRATO: DUE MODELLI A CONFRONTO

Occorre innanzitutto liberarsi dal pregiudizio che gli animali al più basso livello evolutivo rappresentino poveri e non efficienti relitti della nostra storia evolutiva...

C.F.A. Patin

Con la comparsa 500 milioni di anni fa della prima forma vertebrata marina, gli Agnati (dal greco: privi dell'apparato masticatore), inizia una nuova linea di organismi dotati di un sistema nervoso assai più diversificato e con potenzialità evolutive enormemente maggiori di quelle specie che l'hanno preceduta nel tempo. A differenza di queste il sistema nervoso dei vertebrati è meno stabile di quello degli invertebrati e meno capace di assicurare il successo nella lotta contro gli eventi e gli organismi predatori.

Dati desunti dallo studio di insetti preistorici e da quello di forme viventi attualmente, fanno ritenere che il sistema nervoso, per esempio delle blatte, sia molto simile a quello delle forme viventi ancestrali sia nelle caratteristiche anatomiche che nel volume. La linea evolutiva del cervello dei vertebrati presenta diversificazioni di un modello unico, al quale si aggiunge la corteccia cerebrale per i soli mammiferi.

Considerando le strutture somatiche del sistema nervoso degli invertebrati e dei vertebrati, si può fare un paragone tra i congegni nervosi per l'attività motoria degli insetti e un congegno meccanico inventato dall'uomo come il bicicletto: come negli insetti la parte che controllo la deambulazione è rimasta invariata nel corso dei millenni, così il bicicletto è rimasto invariato dal giorno della sua comparsa fino ai giorni nostri. Diversamente il cervello dei vertebrati in generale e dei mammiferi in particolare ha subito notevoli evoluzioni nel tempo che hanno portato dagli esseri viventi più semplici a forme di vita sempre più complesse fino ad arrivare all'uomo. Possiamo vedere anche come negli invertebrati è presente un'attività nervosa che è già predisposta dalla nascita, per cui ad uno stimolo si ha sempre una precisa risposta.

È stato fatto un esperimento a prova di questo: un tipo di vespa (*ammophila campestris*) di solito quando cattura una preda scava una buca dove lo porterà per essere ispezionato; a questo punto lo sperimentatore sposta la preda di qualche

centimetro: si nota che la vespa non riesce ad abituarsi alla nuova situazione e quindi abbandona il campo.

Al contrario per i vertebrati oltre ai segnali nervosi preesistenti dalla nascita si aggiungono quelle attività che gli esseri viventi acquisiscono nel corso della loro vita adattandosi ai cambiamenti ambientali.

Si può notare come parallelamente all'evoluzione del cervello ci sia anche un aumento di volume della massa cerebrale e all'aumento di superficie ottenuto dal ripiegamento della corteccia (le pieghe note come circonvoluzioni); possiamo vedere questo fatto molto bene nel processo evolutivo che ha portato dai primati all'homo sapiens.

### CONCLUSIONE

Bisogna ricordare che noi consideriamo l'uomo come traguardo ultimo del processo evolutivo: questo non è assolutamente vero, infatti sì l'essere umano è all'apice della scala evolutiva ma non è detto che l'evoluzione si fermi qui, anzi proprio l'evoluzione stessa ci insegna a non ragionare in questo modo errato perché altrimenti non si riuscirebbe a capire il processo evolutivo che ha portato dal primo essere unicellulare a noi.

In particolare il cervello è un organo molto importante per la vita ( uno dei cosiddetti organi vitali) non solo per l'uomo ma anche per tutte le forme di vita esistenti sul nostro pianeta da sempre, ed è stato fondamentale per l'evoluzione nei vertebrati perché proprio lì si "registravano" i cambiamenti ambientali e comportamentali che avrebbero portato poi alle mutazioni genetiche per un migliore adattamento.

Oggi l'evoluzione è in atto anche in questo preciso momento in tutti gli esseri viventi, mentre bisogna notare che nell'uomo non è più esattamente così; infatti come tutti gli esseri viventi si adattano all'ambiente in cui vivono, l'uomo modifica l'ambiente a proprio piacimento con nuove invenzioni tecnologiche. Secondo un mio personale commento si potrebbero comunque considerare queste evoluzioni tecnologiche un po' come il proseguo dell'evoluzione dell'essere umano, perché anche se non si agisce né sul genotipo né sul fenotipo dell'uomo, queste nuove invenzioni si basano sempre su invenzioni precedenti sempre dell'uomo e servono all'uomo stesso per affrontare i cambiamenti sempre in atto dell'ambiente quindi si possono considerare non un'evoluzione dell'uomo in sé ma un'evoluzione per l'uomo, che lo aiuta ad essere una forma di vita diversa da tutte le altre.

#### » **Organizzazione della corteccia cerebrale**

**Principali solchi e giri del cervello umano, suddivisioni, aree e nomenclature a confronto.**

**Lingua: Italiano**

#### » **La vita segreta del cervello**

**Un dossier on line sul cervello: la storia dello studio, l'anatomia, le evoluzioni del cervello umano, i misteri che la scienza non riesce a spiegare.**

**Lingua: Inglese**

**Multimedia: Video**

- **Il cervello la centralina di comando del nostro corpo. In Virgilio Sapere e libri.**

**Virgilio Enciclopedia**

**Copyright 1997-2004 Matrix S.p.A. I contenuti delle pagine di Virgilio Enciclopedia riportanti il logo/marchio Sapere.it sono di proprietà di Sapendi S.p.A. o dei suoi fornitori. Pertanto Matrix S.p.A. e Virgilio non possono essere ritenuti responsabili di quanto in esse contenuto. Sapere.it è un segno distintivo registrato di proprietà di Sapendi S.p.a.**

**Frère Natalino Cesare De Rossi (Ricerca)**