

## Termodinamica, campi quantici e funzioni mentali

Key words: **neuroplasticity; reinforcement learning; dopamine, human brain.**

### Presentazione e finalità della ricerca.

Dal punto di vista evolutivo, è probabile che molti organi e tessuti abbiano avuto un ragguardevole incremento volumetrico al fine di mantenere costante in modo ottimale il proprio ambiente interno ed in generale dell'organismo vivente di cui sono parte. Ad esempio, il fegato, la milza ed i reni con le loro molteplici funzioni chimico – fisiche hanno un ruolo primario nei fenomeni dell'omeostasi interna (a tali organi) ed esterna (dell'intero organismo). Lo stesso encefalo dei mammiferi potrebbe aver avuto una delle principali spinte evolutive finalizzate a contrastare meglio l'insorgenza al suo interno di patologie neurologiche ed in senso più ampio del Chaos, opposto all'omeostasi cerebrale. Organi e tessuti come il fegato (lobuli epatici), epitelio intestinale assorbente (provvisto di microvilli), albero bronchiale, muscolo cardiaco, muscoli scheletrici ecc. hanno una tipica struttura frattale. E' stato affermato che anche il tessuto nervoso avrebbe una simile conformazione, sospesa tra ordine e Chaos. Infatti, i frattali hanno una struttura ripetitiva a scale gradualmente inferiori ed ogni frazione di esso è simile all'insieme più ampio di cui è parte. Col termine *omeostasi* s'indica il carattere costante dell'ambiente interno di un organismo vivente, fondamentale per la sopravvivenza. Attraverso meccanismi di compensazione, l'omeostasi interna è conservata anche al variare delle condizioni esterne ed è la principale forza che contrasta il Chaos, preservando la dimensione frattale (FD) in numerosi organi e tessuti viventi.

Questa ricerca approfondisce la maggior parte degli argomenti trattati in una precedente e dal titolo "Funzioni mentali II", sviluppando nuove teorie in riferimento al cervello dal punto di vista sistematico e comparato. La trattazione dei meccanismi modulari cerebrali ha necessitato della consultazione di nuove ricerche nel campo della neurofisiologia che stanno rivoluzionando le conoscenze sulla mente umana e sulle dirette implicazioni nel campo dell'intelligenza artificiale. Procedendo nella mia ricerca di anatomia comparata e di fisiologia, mi sono addentrato in argomenti di difficile collocazione anatomica e fisiologica, oggetti d'intensi e controversi studi scientifici come quelli sulla mente umana e sugli attributi dell'autocoscienza. Ho avuto modo di rilevare aspetti poco chiari ed in alcuni casi contraddittori, sui meccanismi funzionali dai quali scaturirebbe la mente umana. Elenco alcuni di queste contraddizioni che meriterebbero approfondite riflessioni nel contesto di un nuovo approccio nel campo della neuro-anatomia comparata e neuro-psicologia. In questo senso, un apporto decisivo potrebbe derivare dai progressi in generale della fisica teorica. Secondo alcuni scienziati, il continuo Spazio – Tempo sarebbe una illusione. Questi scienziati tra i quali Smolin L. (2010), affermano che una delle coordinate cartesiane (il Tempo) è arbitraria e che le coordinate dello Spazio e del Tempo sono grandezze non commutative, grandezze che non commutano ed in questo caso  $AB$  non è uguale a  $BA$ . Il mio elenco sulle odierne contraddizioni circa i concetti di mente e di coscienza è questo:

1. Illusioni ottiche. Che significa fare attenzione ad una parte del disegno tralasciando il resto? Gli occhi vedono tutta la figura e la mente produce una sorta di discriminazione. Come fa?
2. Gli scienziati affermano che la realtà che ci circonda ha tre dimensioni; se ci aggiungiamo il Tempo ( $t$ ), il risultato è uno spazio con quattro dimensioni, lo Spazio – Tempo. Vivremmo in un universo quadridimensionale. Invece, recenti e singolari teorie cosmologiche ipotizzano che la realtà – intesa come totalità di ciò che esiste - sia bidimensionale perché le particelle elementari ed i vari campi fisici si muovono in un ambiente bidimensionale. Anche la gravità sarebbe parte dell'illusione, una forza assente dal mondo bidimensionale, Maldacena J. (gennaio, 2006). La comprensione di uno scenario del genere è difficile, ma un fenomeno analogo avviene tutti i giorni. Un ologramma è una figura bidimensionale che se osservata in opportune condizioni

d'illuminazione produce immagini tridimensionali. Tutta l'informazione tridimensionale dell'ologramma è codificata nell'ologramma bidimensionale. L'universo intero (e la realtà che ci circonda) potrebbe essere una sorta di ologramma, Bekenstein J. D. (2003). Di conseguenza, se ciò che vediamo (onde luminose), tocchiamo (superfici bidimensionali), udiamo (onde acustiche), odoriamo (molecole piatte perché in una realtà priva di profondità) ecc., è parte di una realtà bidimensionale come tutta la materia del nostro corpo, deve esistere una entità facente parte della fisica quantistica in grado di porci (porre la mente) al di sopra della bidimensionalità, permettendoci di osservare gli oggetti da una diversa prospettiva. Infatti, non esiste un contatto diretto col mondo che ci circonda. Comunque, l'ipotesi di un universo bidimensionale è una delle tante che il presente saggio scientifico riporta al fine di approfondire tesi neuro-fisiologia e di neuro-anatomia.

3. Cook C.M. & Persinger M.A (1997), neuroscienziati della Laurentian University (Ontario) applicarono l'intensità di un campo elettromagnetico sul cervello di alcuni volontari sani: gli scienziati dimostrarono che il campo elettromagnetico è in grado di condizionare la mente umana inducendo visioni di persone invisibili, in specie di santi e di altri personaggi delle religioni. Si tratterebbe di visioni mistiche. Gli scienziati ammisero che il presupposto per la riuscita di quel tipo d'esperimenti fosse che i soggetti esaminati possedessero un sufficiente correlato neuronale, perfettamente funzionante. Quindi, speciali campi fisici come quello elettromagnetico (di cui non si conosce ancora l'intima natura) si collegano agli stati mentali umani, guidandoli indipendentemente dalla volontà del soggetto.
4. La convinzione che i caratteri fisici, o mentali di un singolo organismo siano controllati dal suo corredo genetico sarebbero fallaci, come il *determinismo genetico* che sostiene queste tesi. La teoria dei sistemi dice che i geni non determinano in modo unico il funzionamento di un organismo come gli ingranaggi di un orologio. Invece, i geni sarebbero parti integranti di un tutto ordinato, conformandosi alla sua organizzazione sistemica.
5. L'informazione visiva ha un forte degrado nel transitare dall'occhio alla corteccia visiva. Circa dieci milioni di bit al secondo raggiungono la retina come informazione visiva del mondo esterno. Il nervo ottico ha solo un milione di connessioni in uscita e trasmette circa sei milioni di bit al secondo al nucleo genicolato laterale, ma solo una quota limitata – circa diecimila – perviene alle aree cerebrali della corteccia visiva. Alcuni scienziati affermano che un flusso così esiguo non comporterebbe alcuna percezione. Secondo alcuni, l'attività intrinseca cerebrale ha un ruolo determinante.
6. Nella corteccia visiva, appena il 10% del totale delle sinapsi è collegato all'informazione visiva. Da qui, la deduzione secondo la quale la gran parte delle sinapsi si trova nelle connessioni interne della corteccia visiva. Ci sarebbe un tipo di elaborazione intrinseca indipendente al numero delle connessioni inter-neuronale. Questi straordinari pattern di attività cerebrale, veri flussi d'energia, sarebbero presenti anche sotto anestesia generale e durante il sonno leggero.
7. Anche se molto opinabile, l'esistenza di una componente extra cerebrale può essere dedotta dalle affermazioni di altri scienziati come Pinker S. (1998). Comunque, Pinker non parla mai di componenti extra – corticali di natura quantistica in grado di spiegare alcune eclatanti contraddizioni legate alla fisiologia d'importanti componenti cerebrali. Pinker (1998), afferma essere il linguaggio istinto ereditario proprio dell'Uomo. Riporta dati di bambini idrocefali significativamente ritardati, ma con capacità linguistiche intatte, addirittura più sviluppate. Nell'idrocefalia, i ventricoli cerebrali sono troppo pieni di liquido cefalo rachidiano e si dilatano schiacciando parte del tessuto cerebrale. Pinker afferma che il linguaggio grammaticale fluente può avvenire in molte persone con disturbi cerebrali gravi come schizofrenici, bambini autistici e certi afasici.
8. Fenomeni inspiegabili. Il termine *doppelgänger* significa il doppio ed indica uno speciale fenomeno in cui il soggetto vede se stesso proiettato davanti alla propria persona. Inoltre, le visioni singole, o collettive trovano scarsa collocazione in una teoria organica e scientifica sui processi mentali umani. Metzinger T. (2010) dichiara che nei suoi esperimenti sul cervello umano ha avuto modo di osservare che stimolando determinate aree cerebrali, in particolare il giro angolare destro e la parte mediale dei lobi temporali s'induceva la sensazione di una presenza del proprio sé *nascosto* da dietro le spalle.

Stimolando aree attigue, appariva il fenomeno illusorio della *euatoscopia*: presenza del sé corporeo davanti ai propri occhi come se la persona subisse uno sdoppiamento. Stimolazioni elettriche in altre aree inducevano forme illusorie d'esperienze extracorporee. Bisogna precisare che queste visioni extracorporee andrebbero approfondite dal punto di vista sperimentale e statistico. Riporto due esempi di euatoscopia (il doppio). Il secondo esempio, quello di Goethe potrebbe rientrare nei fenomeni che Metzinger collega a transitorie anossie cerebrali, ma il primo episodio che vede coinvolte diverse persone, è più difficile da intendere coi correlati della scienza classica. Robert Dale Owen fu autore dello studio di un singolo caso di euatoscopia, relativo a Emilie Sagée. L'episodio gli venne riferito da Julie von Güldenstübbe, una donna aristocratica lettone. La Von Güldenstübbe disse che tra gli anni 1845 - 1846, all'età di 13 anni, fu testimone insieme con altri bambini, del fenomeno di bilocazione della sua insegnante di lingua francese Sagée, in pieno giorno, all'interno dell'istituto educativo (Pensionat von Neuwelke). Le azioni del doppelgänger di Sagée comprendevano:

- Mimava il fatto di scrivere e mangiare, senza avere nulla in mano.
- Si muoveva indipendentemente da Sagée, e rimaneva immobile quando Sagée si muoveva.
- Appariva in piena salute mentre Sagée era gravemente malata.
- Inoltre, apparentemente il doppelgänger esercitò resistenza al tocco, ma era non-fisico (una ragazza passa attraverso il corpo del Doppelgänger, il Doppio).

Pare che Goethe in una delle sue passeggiate a cavallo nei dintorni di Francoforte avesse visto venirgli incontro all'improvviso un altro cavaliere, poi subito scomparso nel quale con immediatezza riconobbe se stesso.

9. La **sindrome dell'arto fantasma** è la sensazione anomala di persistenza di un arto dopo la sua amputazione, dopo che questo sia diventato insensibile. Il soggetto affetto da questa patologia avverte la posizione dell'arto mancante, accusa sensazioni moleste e spesso dolorose talora addirittura di movimenti come se questo fosse ancora presente. Le sensazioni riferite possono essere di natura tattile, dolorifica e motoria. Al soggetto, l'arto può apparire mobile, o immobilizzato in una posizione fissa, solitamente quella precedente all'amputazione. I casi di dolore all'arto fantasma sono difficili da combattere e sono opprimenti dal punto di vista psicologico. La natura dell'arto fantasma non è sempre fedele a quella posseduta prima dell'amputazione. A volte ad esempio, viene percepita solo la mano direttamente attaccata alla spalla, o possono essere percepiti arti sdoppiati, o multipli. Per quanto possa sembrare sorprendente, il semplice utilizzo di una scatola dotata di uno specchio, che dà al soggetto l'impressione di vedere il proprio arto fantasma nell'immagine riflessa dell'arto sano, sembra aver portato numerosi benefici ai pazienti afflitti da paralisi e dolori all'arto illusorio. Il fatto stesso di fornire un feedback visivo dell'arto in movimento sembra poter agire sui circuiti cerebrali tanto da variare la mappa corporea. Le ipotesi scientifiche sull'arto fantasma sono molteplici e spesso contraddittorie. A livello sperimentale, nulla è certo in proposito.

10. Descrivere cosa sia la mente umana è difficoltoso dal punto di vista prettamente scientifico, ma anche filosofico - letterario. Come le fondamenta della matematica messe in discussione da Gödel, così forse non c'è un'unica verità adatta a definire cosa s'intenda per mente umana. Michel Foucault (2004), dice che in un'opera letteraria come in un romanzo, il pronome in prima persona, il presente indicativo ed i segni della localizzazione non rinviano esattamente alla mente dell'autore, né al momento in cui egli scrive, né al gesto stesso della sua scrittura. Esisterebbe un *alter ego*, una diversa entità che si potrebbe definire con l'aggettivo *mentale* (entità mentale) la cui distanza nei riguardi dell'autore può essere più o meno grande e può anche variare nel corso dell'opera. Secondo Foucault, la funzione - autore comporta una scissione, una divisione ed una distanza dall'opera scritta (da colui che si ritiene l'autore come persona fisica). Dal mio punto di vista, questa scissione e distanza tra autore ed opera, avviene secondo parametri che non appartengono alla fisica - distanza dal punto di vista spaziale - ma siano espressione e funzioni attribuibili all'indeterminazione della mente umana. Foucault dice che la *funzione - autore* comporta una pluralità di *ego*. L'io che parla nella prefazione

di un testo di matematica per indicarne le circostanze di composizione, non è identico né nella sua posizione, né nel funzionamento a chi parla nel corso di una dimostrazione e che appare sotto forma di un *Io concludo* o di un *Io suppongo*: nel primo caso "l'io" rinvia ad un individuo (ad una mente) senza equivalente che, in un luogo ed in un tempo determinati, ha compiuto un certo lavoro. Nel secondo caso, "l'io" designa un piano ed un momento di dimostrazione occupabile da qualsiasi individuo, purché si accetti lo stesso sistema di simboli, lo stesso gioco di assiomi, lo stesso insieme di dimostrazioni preliminari. Nello stesso trattato scientifico, si potrebbe rintracciare un terzo *ego*: quello che parla per dichiarare il senso del lavoro, gli ostacoli incontrati, i risultati ottenuti, i problemi che ancora si pongono. Questo *ego* si situa nel campo dei discorsi matematici già esistenti, od ancora da venire. Foucault afferma che la *funzione - autore* non è assicurata da uno di questi *ego* (il primo) a spese degli altri due, i quali non sarebbero altro che un suo fittizio sdoppiamento. Al contrario, la funzione mentale dell'autore ha un tale ruolo da essere la dispersione di questi tre *ego* simultanei. La *funzione* (mentale) - *autore* non è semplicemente un individuo reale, ma può dare luogo simultaneamente a molti *ego*. La mente che sorregge l'autore è forse solo una delle possibili specificazioni della *funzione - soggetto*. Si può immaginare una cultura dove i discorsi circolerebbero e sarebbero ricevuti senza che la funzione (mentale) - autore apparisse mai. Può darsi che la *funzione - autore* consista non tanto nel descrivere nuove cose, esprimere nuovi concetti ed assiomi, ma nel far vedere come sia invisibile l'invisibilità e l'indeterminazione della mente umana.

11. L'orientamento degli uccelli è stato abbastanza studiato e se ne conoscono i principali meccanismi che sottendono questo tipo di comportamento animale. E' ammesso che alcuni volatili si servano del campo magnetico terrestre per potersi meglio orientare durante il volo, in particolare quello notturno. La natura del campo magnetico è nota fin dall'Ottocento e se ne conoscono le leggi fisiche che lo generano. Tuttavia, scienziati come Smolin L. (2010) e molti della sua scuola e di altre, dubitano di alcuni parametri che sottendono il campo magnetico. Questi scienziati affermano che non sono ancora chiari i rapporti tra Spazio e Tempo ed alcuni dubitano della reale esistenza del Tempo fisico. Per quanto concerne l'orientamento dei piccioni e dei colombi in volo, uno schema proposto negli anni '50 dallo zoologo tedesco Kramer e tuttora generalmente accettato, ammette che nella navigazione, gli animali siano in grado di effettuare due operazioni successive, dette *di mappa e bussola*. Stabilire in primo luogo, la direzione in cui sono stati trasportati e di conseguenza anche la direzione opposta che consentirà loro di fare ritorno a casa. La seconda operazione è di assumere e mantenere tale direzione durante il volo di *homing*. Questa seconda operazione non presenterebbe difficoltà particolari, poiché è da tempo accertato che gli uccelli dispongono non di uno ma di vari meccanismi bussolari (solare, stellare e magnetico). Se il cielo è coperto, l'uccello non può fare affidamento sulla bussola solare, che è sostituita da una *bussola magnetica* basata sulla percezione del campo magnetico terrestre. Secondo studi recenti, gli uccelli «vedono» il campo magnetico terrestre. Il *piviere dorato americano* lascia ogni anno le coste dell'Alaska per andare a passare l'inverno alle Hawaii: 4000 chilometri di volo, senza scalo sopra il Pacifico. E' noto che il campo magnetico avvolgente la Terra è in qualche modo alla base della capacità di orientamento degli uccelli e di altre specie animali (dalle salamandre ai tonni, alle api). Sembra che il campo magnetico sia percepito grazie a cristalli di magnetite contenuti nel cervello, cristalli che hanno la proprietà di allinearsi secondo il campo magnetico stesso. Secondo l'ipotesi «visiva», avanzata da un fisico inglese dell'Università di Oxford nel '77 e sulla quale sta lavorando un'equipe di ricercatori tedeschi e australiani, le molecole del fotopigmento retinico, la **rodopsina** contenuta nei bastoncelli, sotto l'effetto della luce si comporterebbero come i cristalli di magnetite, allineandosi al campo magnetico. I ricercatori hanno provato a disturbare la magnetizzazione dei cristalli ed hanno visto che gli uccelli perdevano in gran parte la capacità di orientarsi. Ne hanno dedotto che i due «sistemi» s'integrano. In generale, ogni animale adotta più di uno dei vari mezzi di orientamento fornitigli dalla natura, contemporaneamente o alternativamente, a seconda delle condizioni (notte- giorno, cielo sereno-cielo coperto, eccetera).
12. Il modello freudiano non prevede esperienze di stati di coscienza alterati che sfidino tutti i concetti basilari della scienza classica. Questi tipi d'esperienze sono state etichettate

come sintomi psicotici da psichiatri che non riuscivano ad inserirle nel loro sistema concettuale. L'estensione della ricerca a fenomeni atomici e subatomici ha fatto sì che i fisici adottassero concetti in contraddizione con le comuni concezioni, oltre che con i principi basilari della scienza newtoniana, ma che sono nondimeno scientificamente corretti. La conoscenza di questi concetti vicini a quelli di tradizione mistica potrebbe aiutare i neuroscienziati nel compito di oltrepassare la tradizionale cornice freudiana, occupandosi dell'intera estensione della coscienza umana.

13. Thomas Metzinger (2010) sostiene che la coscienza è un fenomeno cerebrale, unificato su larga scala, emergente da una miriade di microeventi fisici. La coscienza sarebbe il risultato finale dell'attività complessiva d'interare aree cerebrali tra loro integrate. L'evento cosciente emergerebbe quando ampie reti neuronali lavorano in sincronia, scaricando in contemporanea. Questa configurazione ritmica creerebbe l'evento cosciente. Lo scienziato dice che molti esperimenti hanno dimostrato che la scarica sincrona potrebbe essere ciò che distingue una popolazione di neuroni in grado di originare un evento cosciente, da un'altra popolazione neuronale che non lo fa, pur attivandosi, ma in modo sordo. La sincronia sarebbe una potente forza alla base dell'evento cosciente. Metzinger fa l'esempio di un contingente di soldati che sta marciando su un ponte di legno. Se la marcia non è sincrona, le vibrazioni prodotte non hanno conseguenza. Viceversa, vibrazioni sincrone su un ponte di legno di molti soldati possono far crollare improvvisamente il ponte. Obiezione all'ipotesi della sincronizzazione neuronale, base della coscienza. I delfini (ed i cetacei in genere) hanno un cervello che è circa quattro volte più voluminoso di quello umano ed è quasi diviso in due parti, essendo il corpo calloso molto ridotto (cervello duplice). La materia bianca di un simile cervello è molto più estesa di quella grigia. Inoltre, esistono numerose aree silenziose cerebrali che sembra non abbiano contatti importanti con quelle circostanti. Nei delfini, problematica sarebbe da questo punto di vista la sincronizzazione ottimale di molte aree cerebrali, base indispensabile perché dal cervello cetaceo emerga la coscienza e molti dei suoi attributi come memoria, attenzione, auto-consapevolezza ecc. Specie estinte di delfini dell'Eocene avevano una massa encefalica superiore rispetto alle omologhe odierne.
14. I fisici quantici Aharnov e Vardi riuscirono a stabilire che: "Se un sistema quantico è osservato con attenzione costante, esso fa praticamente qualsiasi cosa." Ad esempio, un sistema instabile si disgrega in pochi micro secondi. Se lo stesso sistema è posto sott'osservazione sperimentale non si disgrega mai più. Osservati con attenzione, un crogiuolo di Quanti non arriva mai all'ebollizione, anche se riscaldato all'infinito.
15. Lo scienziato Wolf disse: "Se nella materia esiste consapevolezza, allora essa possiede consapevolezza".
16. Il noto fisico atomico Niels Bohr, evidenziò nei suoi esperimenti elettrici il principio di indeterminazione. Disse: "Prima della misurazione, l'elettrone non ha alcuna posizione, o per essere più precisi, alcun impulso. In un certo senso, l'elettrone prima della sua misurazione in laboratorio non esiste nel modo più assoluto!"

Questo nuovo saggio scientifico è la continuazione di altri due precedenti con lo stesso titolo (**Termodinamica e Funzioni Mentali Complesse I e II**), ma è più lungo, con nuove formule e schemi, finalizzati a chiarire concetti e tesi che spaziano nei postulati della meccanica quantistica. Ciò perché la complessità cerebrale potrebbe esibire aspetti che non sono spiegabili con la comprensione anatomica e fisiologica delle sue singole parti. La complessità cerebrale può mostrare delle proprietà collettive e caratteri *emergenti* che nella loro esattezza modulare hanno una intrinseca legittimità. L'attività dei sistemi complessi implica l'esistenza di un processo indicato come *transazione* che è l'interazione simultanea ed interdipendente tra componenti multiple. Le proprietà sistemiche sono distrutte se un sistema è scomposto in elementi isolati. In un qualsiasi sistema, pur essendo possibile il discernimento delle singole parti, la natura del tutto è sempre diversa dalla semplice somma delle sue parti. Stuart R. Hameroff (2007) ipotizza che i microtubuli del citoscheletro neuronale eseguano calcoli non deterministici, di tipo quantistico. Nella trama dendritica ricca di microtubuli, l'emergere della consapevolezza sarebbe collegata alla sincronizzazione di sequenze elettriche, rilevabili con EEG. Si tratterebbe di eventi elettrici derivanti da processi di computazione quantistica discreta, in integrazione di fase con numerosi cicli neurocomputazionali. Nella trattazione di argomenti di neuro-anatomia, neuro fisiologia e neuro biologia regionale, ho apportato

modifiche ai precedenti testi (**Termodinamica e Funzioni Mentali Complesse I e II**), sforzandomi di superarne le contraddizioni con nuovi approfondimenti. La vasta tematica e la complessità delle ricerche sull'elaborazione dell'informazione a livello cerebrale necessitava di un nuovo approccio e la consultazione di altri tipi di studi nel campo della neuro anatomia comparata e della fisica, avendo la termodinamica profonde influenze sulla neurobiologia umana. Non è chiaro dove sia unificata l'informazione, ammesso che esista una precisa sede cerebrale. La meccanica quantistica e nuovi modelli computazionali potrebbero aiutare nella comprensione di alcuni aspetti sull'apprendimento, sulla mente umana e sui fenomeni connessi all'autocoscienza. Gli sviluppi dell'intelligenza artificiale, della teoria computazionale, della linguistica, della cibernetica e della psicologia hanno fatto emergere nuove idee sulla natura della mente umana. Le scienze cognitive hanno in comune un qualche livello di astrazione ed un interesse per i sistemi di elaborazione dell'informazione. Secondo alcuni, entità tanto diverse tra loro come esseri umani e macchine calcolatrici potrebbero avere stati mentali. Questo perché la complessità di un sistema non dipende da ciò di cui è fatto, ma da come i suoi componenti sono assemblati. Secondo altri, la mente non sarebbe di natura fisica, pur essendo la base del comportamento umano. Rimangono validi i vecchi assunti di John Searle, elaborati nel 1980. La conoscenza dei meccanismi cerebrali non implica la completa conoscenza dell'esperienza cosciente. Gli assunti di Searle sono i seguenti.

1. Elettricità e magnetismo sono forze.
2. La proprietà essenziale della luce è la luminosità.
3. Le forze da sole, non sono essenziali, né sufficienti per dare luminosità.
4. Conclusione. Elettricità e magnetismo non sono essenziali, né sufficienti per dare la luce.

Quindi, Searle J. ammette l'essenza di variabili addizionali, di variabili nascoste che sottendono elettricità e magnetismo.

Conciliare discipline complesse e vaste è di per sé molto arduo. Nuove teorie sul funzionamento della mente umana e sulle capacità di apprendimento dei primati e dei mammiferi in genere si susseguono con ritmo incessante, in particolare in anni recenti. Diventa difficile seguirne le numerose tesi e provare a compiere una esauriente sintesi che sia di base a nuovi, originali e personali approcci di studio. Divergenti sono le recenti scoperte di neurofisiologia. Alcune paragonano il funzionamento cerebrale ad un computer, sia pur sofisticato. Altre collegano la struttura del cervello alla complessità dei frattali, ed a forme di auto organizzazione dinamica, ai limiti tra Chaos quantistico ed ordine assoluto.

In questa ricerca, ho riportato teorie molto controverse sul comportamento umano ed animale ed ho approfondito le più recenti tesi che affiancano le leggi universali della termodinamica alle funzioni cerebrali, fisiologiche e patologiche. Nel descrivere particolari del comportamento motorio di difficile collocazione, ho aggiunto alcune nozioni riferite alle teorie d'insiemi numerici e geometrici. Gli approfondimenti delle funzioni complesse all'interno della mente umana hanno obbligato alcuni scienziati a fare ricorso alle leggi della meccanica quantistica ed a nuove teorie, a mezza strada tra effetti non deterministici e la fisica classica. Questo perché rimangono problematici i tentativi convenzionali della scienza biomedica di associare malattie a cause singole, di collegare l'emergere dell'auto-coscienza alla sincronizzazione dinamica delle reti neuronali oltre agli sforzi tesi a spiegare in modo esauriente i meccanismi che sottendono la mente umana.

Del precedente saggio scientifico (**Termodinamica e Funzioni Mentali Complesse parte seconda**) rimane la suddivisione in capitoli principali, alcuni dei quali divisi in paragrafi, indicati questi ultimi con le lettere minuscole dell'alfabeto. I capitoli che costituiscono questa ricerca scientifica sono ventotto e così titolati:

- 1) Processi mentali ed apprendimento.
- 2) Teoria del Chaos.
- 3) Corpo calloso in connessione tra due insiemi complessi: i lobi cerebrali.
- 4) Apprendimento rinforzato e termodinamica.

- 5) La neurobiologia, i neuro trasmettitori cerebrali e la termodinamica.
- 6) Dopamina, omeostasi cerebrale e termodinamica.
- 7) Correlati d'apprendimento rinforzato.
- 8) Termodinamica e le tesi di Salerian Alen J. (2010).
- 9) La N400.
- 10) Omeostasi e plasticità cerebrale.
- 11) Principio di simultaneità  $\Phi$  mappe corticali e meccanica quantistica.
- 12) Omeostasi psichica.
- 13) Anelli di retroazione.
- 14) Arte neolitica.
- 15) Schemi mentali innati.
- 16) Insiemi neuronali e movimento.
- 17) Circolazione cerebrale ed omeostasi cerebrale.
- 18) Forza di gravità (**2g**), funzionalità e strutture anatomiche.
- 19) Parallelismi.
- 20) Dualismo Mente - Cervello.
- 21) Campi quantici e Mente.
- 22) M - CFS.
- 23) Sistemi quantistici.
- 24) Sistemi neuronali del dove e del che cosa.
- 25) Similitudini tra i moduli cerebrali ed i tre muscoli aduttori della coscia, nel Cavallo.
- 26) Materia cerebrale, aspetti comparativi.
- 27) Homo sapiens sapiens.
- 28) Considerazioni conclusive.

La prima parte riguarda in particolare i fenomeni dell'apprendimento umano ed animale. La seconda (dall'undicesimo capitolo) affronta i temi dei processi mentali che sottendono i fenomeni del Sé corporeo, dell'autocoscienza e dell'io. La trattazione dei vari argomenti ha come base di ricerca la neuro-anatomia comparata e la neuro-fisiologia.

### Premessa.

Freud parlava degli psicanalisti a lui contemporanei: *"Essi si accontentano di qualche sparso frammento di conoscenza e d'ipotesi fondamentali non troppo precise e passibili di qualche rettifica. Invece di spiare l'occasione che consenta loro di sottrarsi alla costrizione delle leggi fisiche e chimiche conosciute, nutrono la speranza che si palesino leggi naturali più comprensive e più profonde, alle quali sono pronti a sottomettersi."*

Lo stretto rapporto tra psicanalisi e fisica classica è molto evidente se consideriamo i quattro concetti, di base alla meccanica newtoniana:

1. I concetti di spazio e di tempo assoluti e di oggetti materiali, separati che si muovono in tale spazio ed interagiscono meccanicamente fra loro.
2. Il concetto di forze fondamentali, essenzialmente diverse dalla materia.
3. Il concetto di leggi fondamentali che descrivono il moto e le interazioni reciproche degli oggetti materiali, nei termini di rapporti quantitativi.
4. Il concetto di un determinismo rigoroso e la nozione di una descrizione oggettiva della natura, fondata sulla divisione cartesiana fra mente e materia.

Questi concetti corrispondono ai quattro punti di vista basilari con cui gli psicoanalisti hanno tradizionalmente affrontato ed analizzato la vita mentale. Sono noti rispettivamente come punti di vista topico, o topografico, dinamico, economico e genetico.

C'è un'ipotesi tesa a spiegare le potenzialità di apprendimento e di calcolo proprie del cervello umano. L'ipotesi considera il cervello umano simile ad un computer quantistico. E' difficile da dimostrare una simile tesi. Difficile è fornire prove secondo cui i neuroni cerebrali comunicano con le stesse modalità del mondo subatomico, utilizzando fenomeni paradossali

come il collasso della funzione d'onda, o l'*entanglement*. Haikonen Pentti O. dell'università dell'Illinois (2009), ha trovato il modo di dimostrarlo. Su *Cognitive Computation* (2009), descrive l'esistenza di una logica semiquantistica di base in grado di produrre questi tipi di fenomeni esotici, tramite l'elettronica ordinaria. Haikonen Pentti O. ha testato questo approccio con normali dispositivi elettronici, adoperati in un modo non classico ed ha risolto con successo un difficile problema matematico, in breve tempo. Secondo Haikonen Pentti O., la stessa logica potrebbe essere usata dal cervello umano che elabora informazioni tramite meccanismi biologici, usati in modi non convenzionali. Così, il cervello umano accresce enormemente le potenzialità.

L'apprendimento è un insieme di processi *interni ed esterni*, collegati all'allenamento ed all'esperienza. Ciò induce modificazioni relativamente permanenti nel *comportamento* e nelle *potenzialità* di un individuo. In neurofisiologia, l'apprendimento comporta la stabilizzazione dei collegamenti tra neuroni, oltre alla formazione di nuovi circuiti dove l'impulso scorre con più facilità. Alla base dei processi mentali complessi come quelli dell'apprendimento, esisterebbe una specie di *grammatica* della plasticità sinaptica con elementi specifici per un dato meccanismo, affiancati da altri coinvolti in nuovi meccanismi, in una scala gerarchica, dove le forme più complesse di plasticità sarebbero la combinazione di elementi più semplici. La teoria Saleriana (2010) del cervello (STB- teoria) propone un nuovo paradigma sul concetto di omeostasi cerebrale e sulle sue disfunzioni. Sottolinea altresì l'influenza della neuro-anatomia, neuro - fisiologia e delle leggi della termodinamica sulla funzionalità di specifiche aree cerebrali. Autori come Andreasen N. (2001) e Potter MC (2009) hanno evidenziato questi aspetti neurologici. Nell'Ottocento, Penfield W. (1834) aveva già dimostrato che specifiche aree cerebrali regolano altrettante specifiche funzioni sensitive e motorie. P. Broca e K. Wernicke identificarono le aree cerebrali associate all'eloquio ed all'audizione. K. Brodman descrisse le caratteristiche istologiche della neo-corteccia, includendovi 52 regioni. L'evidenza suggerisce che l'amigdala e l'ippocampo abbiano un ruolo centrale nella memoria e nell'apprendimento. Il talamo è come una centrale, un filtro che trattiene informazioni, elaborando specifiche prestazioni. La corteccia pre-frontale è in grado di mediare funzioni esecutive complesse come il pensiero astratto, la pianificazione, il comportamento strategico, la creatività e l'attitudine a risolvere i problemi. Il sistema limbico regola l'emozioni e le pulsioni elementari di sopravvivenza come la sete, la fame, l'impulso sessuale e l'energia fisica. Un ruolo chiave ha l'amigdala nella risposta ad una minaccia. Gli studi sulla funzionalità cerebrale suggeriscono che a specifiche regioni corrispondano altrettanto specifiche funzioni. Proiezioni del *Locus Coeruleus* attivano l'intera corteccia, l'ipotalamo, il cervello ed il tronco cerebrale tramite la nor-epinefrina. Proiezioni dell'area ventrale segmentale estendono al *caudato* ed al *putamen* le loro influenze tramite il contingente nigrostriatale con la dopamina come principale neurotrasmettitore. Segmenti meso-corticali e meso- limbici proiettano alla corteccia pre-frontale ed al sistema limbico. Proiezioni dall'ipotalamo si prolungano verso l'ipofisi, mediante il neurotrasmettitore *dopamina*. Neuroni serotoninergici si originano nel nucleo del *rafe* e proiettano ramificazioni all'intera neo-corteccia, ai gangli basali, alle regioni temporale, limbica, ipotalamica, al cervelletto ed al tronco cerebrale. Ruolo associativo spetterebbe alla corteccia frontale ed in particolare alla pre-frontale. Le altre aree corticali e gran parte delle strutture sottocorticali, dai gangli basali (in particolare l'*accumbens*) a quelli del sistema limbico, hanno collegamenti con la corteccia pre-frontale. In condizioni normali, la corteccia pre-frontale integra tutte le informazioni disponibili nelle altre aree corticali e sottocorticali, svolgendo un ruolo centrale nei processi cognitivi, dalla presa delle decisioni all'estrapolazione di giudizi morali.

Relazione integrativa. Due insiemi A ed A' sono tra loro complementari se gli elementi di A (a, b) e quelli di A' (c, d, e) fanno parte di un insieme più vasto che è B. Questi aspetti sarebbero presenti in alcune aree corticali superiori e nei nuclei della base. Al contrario, nel cervello di Delfino, esistono numerose *silent areas* prive di connessioni, o con scarsi collegamenti con altre aree corticali funzionanti (Hopkins WD. & Lori Marino, 2000). Alcune *silent areas* sarebbero centri motori corticali che hanno perso l'antica funzionalità connessa a quella dei muscoli degli arti anteriori e posteriori, essendosi questi ultimi trasformati in pinne. Le *silent areas* sarebbero molto estese e con peculiarità vascolari. Per questo, non sarebbero state assorbite ed omologate dalle adiacenti.

## **1) Processi mentali ed apprendimento.**

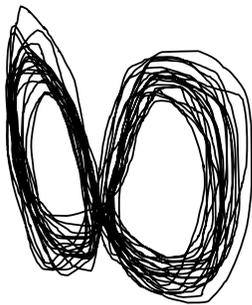
Vaste reti neuronali attivate secondo precise configurazioni spazio - temporali, quindi in sincronia tra loro, starebbero alla base dell'apprendimento. Un'onda ritmica di scariche neuronali e di oscillazioni sincrone in parte inconscie, ne darebbe l'avvio. Si avrebbe una coerenza su larga scala con numerose aree coinvolte nella stessa finalità, veicolando in una gerarchia di reti nervose molti contenuti cognitivi, diversi tra loro. In ultima analisi, l'apprendimento sarebbe un fenomeno cognitivo unificato su ampia scala, emergente da una miriade di microelementi fisici cerebrali. L'apprendimento induce modificazioni strutturali nel cervello. Nei mammiferi e specialmente nell'Uomo, è probabile che l'apprendimento possa determinare modificazioni in molte cellule nervose. Di riflesso, queste modificazioni comporterebbero cambiamenti nello schema fondamentale d'interconnessione, proprio dei sistemi sensitivi e motori, coinvolti in un particolare tipo d'apprendimento. Nella Scimmia, M. M. Merzenich, J. Kaas et al. (1983, 1985), dimostrarono la variabilità delle mappe corticali in relazione all'uso. Gli A.a. tagliarono in nervo mediano che innerva i recettori cutanei di gran parte della superficie ventrale della mano, del palmo e del primo, secondo e terzo dito. Contrariamente alle aspettative, le parti corticali di proiezione del nervo mediano si erano espanse verso territori recettivi neuronali circostanti. Si trattava di rappresentazioni addizionali emergenti dopo la denervazione, ed in grado d'espandersi ulteriormente nelle settimane successive. I risultati dimostravano che l'organizzazione delle mappe del sistema somatico (e forse degli altri sistemi sensitivo-motori), è una parte di tutte le connessioni anatomiche esistenti. Le altre si attivano se le connessioni dominanti sono disattivate. L'omologazione funzionale delle due dita, usate come uno solo comportò la scomparsa della netta discontinuità presente nella zona dell'area 3-B e correlata all'uso separato delle due dita, nella Scimmia. A livello di mappe corticali, questa discontinuità non dipenderebbe solo dalle connessioni programmate geneticamente, ma avverrebbe anche in relazione all'esperienza ed all'apprendimento. Malkova, L. e Mishkin, M. (2003), Poremba, A., Saunders, R.C., Crane, A.M., Cook, M., Sokoloff, L., e Mishkin, M. (2003) hanno dimostrato la presenza di una più vasta riorganizzazione somatotopica nell'area corticale S-II in seguito all'ablazione dell'intera area post-centrale correlata alla rappresentazione della mano, per intero. Gli esperimenti di questo tipo dimostrano che le mappe somatosensitive corticali non sono statiche, ma dinamiche. Esisterebbe competizione tra i territori corticali, dipendente dall'uso e dalla funzionalità. Ciò avverrebbe anche nell'individuo adulto con aree cerebrali corticali la cui modificazione ed espansione è correlata all'attività delle vie sensitive periferiche ed al loro corretto funzionamento. Ogni individuo è allevato in ambienti in qualche modo diversi; è esposto a specifiche combinazioni di stimoli e farà un uso particolare delle proprie capacità motorie. Per questo, l'architettura cerebrale di ognuno sarà modificata con modalità peculiari. La specifica architettura cerebrale, insieme con la personale costituzione genetica sono le basi biologiche dell'espressione dell'individualità. Secondo Wall P. ed Egger D. (1971), le modificazioni anatomiche somato-sensitive avverrebbero anche a quei livelli inferiori devoluti all'analisi delle informazioni somatiche. Ciò fa pensare che anche i centri superiori siano influenzati dall'esperienza. Le afferente neuronali della corteccia somatica si formerebbero in correlazione a funzioni omologhe, come nel sistema visivo dove l'attività di cooperazione neuronale condiziona il modellamento e lo sviluppo delle colonne di dominanza oculare. La normale discontinuità corticale sarebbe correlata all'uso indipendente delle due dita (esperimento di M. M. Merzenich, et al.), connessa altresì al grado di sincronizzazione funzionale neuronale, come avviene anche per le colonne di dominanza oculare. La razza suina *Casco de Mulo* della Columbia ha le due grandi dita degli arti anteriori avvolte in unica scatola cornea, simile allo zoccolo degli equini. La fusione delle due grandi dita avrebbe corrispondenza corticale, come per la scimmia con le due dita suture, secondo l'esperimento di Merzenich, et al., (1984). Ci sarebbe però una sostanziale differenza. Nella razza suina *Casco de Mulo* adatta a terreni aridi, questa corrispondenza corticale sarebbe collegata alla genetica. Nelle altre razze suine del pianeta, esistono due grandi dita avvolte dai rispettivi unghioni e due piccole dita (quattro dita in tutto). Nelle razze suine a quattro dita, la separazione corticale nell'area 3 - B sarebbe completa. Nel Cavallo, il tendine estensore laterale delle falangi dell'arto posteriore si fonde spesso con quello dell'estensore anteriore delle falangi. Ciò è collegato alla funzionalità dei due muscoli negli arti posteriori, meno diversificata che negli anteriori. Nel Cavallo, il legamento accessorio coxo - femorale impedisce l'abduzione all'arto pelvico, tiene ancorata la testa del femore alla cavità acetabolare ed al bacino, in sinergia con

altre peculiarità anatomiche tra cui le seguenti due: la fusione (come detto) in tendine unico dei due muscoli estensori delle falangi e la lunghezza del metatarso che supera quella del metacarpo. Le funzioni propulsive, la cinesia e le capacità di difesa offesa dell'arto pelvico equino sono potenziate da questi accorgimenti anatomici e funzionali. A livello corticale, è probabile che come nella razza suina *Casco de Mulo*, ci sia fusione nelle aree motorie che governano i due muscoli estensori delle falangi. La relazione d'inclusione tra insiemi omologhi riflette l'espansione cerebrale e comporta l'omologazione di piccole aree simili che innervano zone corporee non funzionanti. Queste ultime saranno incorporate in altre di maggiore estensione. Consideriamo tre circonferenze tra loro concentriche che rappresentano: l'insieme A, contenuto in B che è a sua volta circoscritto in C. Quindi l'insieme C contiene gli altri due B e A. I due insiemi A e B si definiscono inclusi in C solo se ogni elemento di A, o di B appartiene a C. Nel cervello, avverrebbe un fenomeno inverso dove l'insieme A, espandendosi finirebbe (in particolari casi) con l'includere B e C. L'area corticale A può ampliarsi verso quelle di omologa funzionalità, rappresentate dagli insiemi B e C. Venendo ad inglobare le altre aree, l'insieme A diviene unico (scomparsa di B e di C) e più omogeneo. Aumenta l'ordine della rete nervosa in questione, s'incrementa la semplificazione funzionale locale, diminuisce in senso lato l'entropia ed il Chaos, in opposizione alla II legge della termodinamica. Il processo di fusione di aree corticali omologhe (in riferimento ai casi elencati) avviene in osservanza alla prima legge della termodinamica che dice: *in qualunque sistema isolato, l'energia totale è conservata*. Le mappe corticali non sono statiche, ma dinamiche. Esisterebbe competizione tra i territori corticali contigui, dipendente dall'uso e dalla funzionalità. Ciò avverrebbe anche nell'adulto con aree cerebrali corticali la cui modificazione ed espansione è correlata all'attività delle vie sensitive periferiche ed al loro corretto funzionamento. Aspetti riportabili alle relazioni d'inclusione tra insiemi omologhi.

## 2) Teoria del Chaos.

La teoria del Chaos può aiutare nella comprensione dei fenomeni legati all'autosomiglianza, alla geometria frattale ed agli attrattori di Lorenz.

1. L'autosomiglianza è una simmetria da una scala ad un'altra ed implica la *ricorsione*: una struttura all'interno di una struttura, con parametri spesso costanti.
2. Il termine *frattale* è usato per indicare dimensioni frazionarie emergenti dalla realtà e dalla fisica. *Frattale* è quindi un tipo di ripetizione di struttura a scale sempre più piccole. Ogni sua frazione è simile all'insieme più ampio di cui è parte. Diversamente dalla geometria lineare, i frattali consentono di rappresentare agevolmente l'azione di forze simili a vari livelli di scala.
3. Chaos può essere indicato come una entità fisica dominata da variazioni non lineari che danno turbolenza imprevedibile al suo interno. Un sistema caotico è caratterizzato da aperiodicità ed imprevedibilità.



□ **Figura R.** Ritornando alla relazione d'inclusione, esisterebbe una specie di attrattore collegato alle funzionalità dei vari organi del nostro corpo. Questo attrattore ne determinerebbe la struttura frattale, come per esempio nel fegato. Strutture frattali sarebbero presenti anche nel sistema nervoso centrale. Fernández E. & Jelimek Herbert F. (2001) dicono che la dimensione frattale può servire alla classificazione dei neuroni in base alle caratteristiche morfologiche delle ramificazioni. Partendo da alcuni parametri di base, si può avviare l'analisi della geometria frattale applicata ad una data cellula dell'organismo, ad un tessuto, o ad uno specifico organo. Per quanto riguarda le cellule nervose, le loro funzioni sono in gran parte dipendenti dalla relativa struttura. Per capire come un neurone integri le migliaia di punti sinaptici al fine di generare una risposta appropriata, è necessaria la completa conoscenza della geometria e morfologia cellulare. La **figura R** indica un attrattore di Lorenz. L'attrattore di Lorenz rivela una struttura fine, nascosta in un corso disordinato di dati (eventi). Il passaggio da un'ala dell'attrattore all'altra corrisponde ad una inversione nella direzione della rotazione della ruota. Nella **figura R**, ci sono due attrattori che formano tra loro l'immagine del numero **8**. Le linee caotiche che circondano il cerchietto di sinistra hanno una rotazione inversa rispetto a quelle che circondano

il cerchietto di destra. I due spazi in bianco delimitati dalle linee nere sono due attrattori di Lorenz. L'omeostasi di ciascun organo del corpo umano potrebbe rappresentare un ottimo attrattore che come quello di Lorenz, si oppone al Chaos interno - interno all'organo in questione - ed indirettamente contrasta eventuali patologie.

Estrapolando alcuni concetti, possiamo adattare l'attrattore di Lorenz anche a ciò che riteniamo essere la coscienza umana. Ognuno di noi ha modelli coscienti del sé, ossia immagini integrate di noi stessi che sono fortemente ancorate all'emozioni ed alle sensazioni fisiche di fondo. Perciò, la simulazione del mondo che è costantemente creata dai nostri cervelli, è costruita intorno ad un centro, ciò che definiamo "io". Il centro della coscienza ruoterebbe intorno ad un potente attrattore riordinatore d'immagini del proprio sé, di emozioni e di sensazioni di fondo. Questo attrattore sarebbe l'identità individuale, indicata col primo pronome personale: io. Possiamo quindi scrivere la seguente correlazione:

$$\mathbf{R: R1 = P : P1}$$

dove:

R è l'attrattore di Lorenz all'interno di una struttura frattale R1 di un organo umano come il fegato, il cervello, i polmoni ecc. Quindi, R riguarda la morfologia strutturale di un organo del corpo umano.

P è l'attrattore di fondo considerato come *io individuale* e generatore della coscienza individuale. Intorno ad esso ruota un sistema psichico e mentale (P1) al limite col Chaos, fatto d'immagini integrate di noi stessi, di pensieri simbolici, sensazioni, emozioni, convinzioni, ed altri fenomeni rappresentazionali. Come la struttura frattale di un organo è ancorata intorno al proprio attrattore che lo allontana dal Chaos, così il nostro mondo di rappresentazioni e la nostra mente, non può scollegarsi dal potente attrattore che è al suo interno, dato dall'individualità che è l'io cosciente. Questo attrattore non ha nulla a che fare col campo quantico speciale, extracorticale di cui si parlerà più avanti, essendo il campo quantico speciale un'entità preesistente all'io ed a cui la mente si ancora per modificare, ampliare e potenziare la sua funzionalità, al di là di ciò che comunemente consideriamo lo Spazio, il Tempo e le leggi di evoluzione temporale.

**b) Vie associative talamo - corticali come attrattori di sistemi frattali.** Riferendoci alla relazione integrativa tra due insiemi (A ed A'), i nuclei della base del lobo sinistro potrebbero essere **a, b** dell'insieme A e quelli del lobo destro **c, d, e**, appartenenti ad A'. Precisazione: l'insieme A contiene **a, b**. L'insieme A' contiene **c, d, e**. I due insiemi A ed A' fanno parte di un insieme maggiore che è B. Le connessioni tra i nuclei della base avvengono in questo modo. Il caudato ed il *putamen* sono fusi anteriormente a costituire un unico complesso detto *striato*. A questo complesso, si unisce il *globus pallidus* e due formazioni sottocorticali: il nucleo *subtalamico* e la *substantia nigra*. La *substantia nigra* è unita allo striato da un insieme di fibre nervose, denominato proiezione dopaminergica nigro-striatale. Gli altri nuclei sono interconnessi da proiezioni intranucleari. Funzionalmente, lo striato è una stazione *ricetrasmittente* che riceve segnali dalla corteccia cerebrale (aree motorie, sensoriali ed associative) e li ritrasmette agli altri nuclei della base, dove questi segnali sono elaborati e *tradotti* in impulsi motori, inviati infine ai nuclei motori dei nervi cranici e spinali, mediante varie strutture collegate: talamo, ipotalamo e tronco encefalico. L'importanza delle connessioni tra striato e nuclei sub-corticali è stata sottolineata da molti Autori. Nadeau S. e Crosson B. (1997), affermano che infarti nei territori di pertinenza delle arterie tubero-talamiche e delle paramediane, o emorragie a livello del *putamen* causano afasia in molti pazienti. Conseguenza di queste patologie di circolazione sanguigna sarebbero le afasie sub-corticali dovute a sconnessioni del talamo, dello striato e della capsula interna. Graybiel Ann M., (2004) sostiene che lo striato, il maggiore dei nuclei basali, riceverebbe massicce stimolazioni dalla neocorteccia e dal talamo, incrementando direttamente ed indirettamente il ruolo dei gangli basali. Lo striato sarebbe la maggiore zona di collegamento plastico nei circuiti dei gangli cortico-basali, controllando nello stato di normalità, un ampio spettro di comportamenti. Questa plasticità può essere alla base delle risposte comportamentali collegate ad un cattivo adattamento individuale, in malattie che coinvolgono il funzionamento dei gangli basali. Tornando all'esempio precedente degli insiemi complementari, i punti di connessione tra i due insiemi **A** ed **A'** sarebbero le vie associative cortico - striatali, talamo striatali ecc. Queste vie conferirebbero unità all'insieme B. Le connessioni funzionerebbero come attrattori di sistemi frattali ai limiti del *Chaos* e conferirebbero unità funzionale al sistema B.

Nel Chaos, possono esserci isole di struttura come l'attrattore di Lorenz dimostra. Secondo alcuni, l'attrattore di Lorenz è un frattale perché ne ha la caratteristica distintiva: complessità a qualunque livello di dettaglio. Un sistema complesso può dare origine a turbolenza e coerenza. Con una struttura in parte modulare, l'intero cervello umano (oltre ai nuclei della base) sarebbe un frattale, un sistema ad invarianza di scala, sospeso tra Chaos ed ordine. Nei sistemi naturali, la struttura dell'intero sistema è spesso riflessa in ogni sua parte. La spiegazione potrebbe essere che le forze modellanti l'intero sistema somigliano a quelle che ne modellano una singola parte. Infatti, un sistema è autosomigliante se forze simili operano a vari livelli di scala. La risultante del sistema frattale del cervello sarebbe la mente umana. Llewellyn Sue (2009), Holland JH (1998), Johnson S. (2001) ipotizzano che la malattia schizofrenica sia uno stato di disordine mentale, sospeso tra gli stati di veglia, di sonno e di sogno, tra Chaos mentale ed un tipo superiore di ordine cerebrale. La schizofrenia sarebbe una specie di prigionia mente/cervello con l'insorgenza di stati confusionali, ondulanti tra veglia e sogno. Il senso di prigionia e di dipendenza da fattori oscuri che molti schizofrenici avvertono sarebbero correlati alla perdita della *coscienza esecutiva*. Lo schizofrenico si perde in uno stato di disordine mentale nel cui interno emergerebbe una volontà aliena che sembra comandarlo a distanza. Nella schizofrenia, l'evoluzione di alcune funzioni cerebrali da uno stato di ordine verso uno di Chaos, con aumento di *entropia*, avverrebbe in osservanza ai principi della seconda legge della termodinamica. Mentre i fenomeni di omeostasi cerebrali si verificano in base alla I legge della termodinamica (secondo Salerian Alen J.). La teoria del Chaos prevista nella seconda legge, si adatterebbe a forme di disfunzione cerebrale come la schizofrenia.

Tadashi Hamasaki et all. (2003) descrivono le tre modalità di migrazione neuronale che contribuiscono alla formazione embrionale ed allo sviluppo dello striato. Le complesse attività dello striato avrebbero strette correlazioni con la sua embriogenesi, qui sintetizzata.

- La migrazione dei neuroblasti verso l'esterno, dando origine ad LGE ( area ristretta germinale telencefalica) detta eminenza ganglionare laterale.
- La migrazione marginale (tangenziale) dei precursori inter - neuronali che si originano da MGE (eminenza ganglionare mediale).
- La migrazione verso l'interno, identificata di recente, coinvolge i neuroni transitori di prima generazione, o SPEC neuroni: queste cellule derivano dalla pre-lamina piriforme addossata alla neocortex. Tadashi Hamasaki et all. mettono in dubbio il concetto classico di ontogenesi striatale secondo il quale lo striato deriva interamente dal restringimento dell'area germinativa, localizzata nel telencefalo basale, evidenziando invece una intelaiatura complessa fatta di differenti tipi neuronali, derivanti da distinte regioni telencefaliche.

Esisterebbe un potente attrattore anti Chaos, collegato alla funzionalità dello striato che ne regolerebbe la migrazione neuronale durante l'embriogenesi. E' probabile che la forza di questo attrattore deriverebbe dalla presenza di alcune molecole-carrier, dalle sequenze geniche del DNA e dalle componenti dell'omeostasi cerebrale. La riorganizzazione somatotopica corticale descritta da numerosi autori: Malkova, L. e Mishkin, M. (2003), Poremba, A., Saunders, R.C., Crane, A.M., Cook, M., Sokoloff, L., e Mishkin, M. (2003) avverrebbe anche in alcune aree del linguaggio. Questo tipo di riorganizzazione preserverebbe la complessiva struttura frattale del cervello, opponendosi alle leggi generatrici del Chaos. Nell'Uomo, Gazzaniga, M.S. et all., (1998) hanno scoperto che tutte le zone implicate nelle funzioni linguistiche sono adiacenti a formare un unico territorio contiguo. Nell'afasia di Wernicke, i pazienti pronunciano fiumi di sintagmi più o meno grammaticali, ma il discorso non ha senso ed è pieno di neologismi e di sostituzioni di parole. A differenza di molti soggetti colpiti da afasia di Broca, quelli con afasia di Wernicke, hanno una consistente difficoltà nel nominare gli oggetti, nel trovare le parole giuste, per le quali usano parole ad esse collegate, o distorsioni del suono di quelle corrette.

Lazar R.M. et all. (2000), effettuarono una ricerca su bambini con malformazioni artero-venose del lobo frontale sinistro. L'autore concluse che il lobo frontale sinistro controlla le funzioni del linguaggio espressivo, ma che in presenza di alterazioni artero-venose si ha una

riorganizzazione interemisferica e le medesime funzioni saranno esplicate nell'emisfero destro. In presenza quindi di eventi morbosi vascolari nell'area di Wernicke, la riorganizzazione interemisferica trasporta importanti funzioni di eloquio nell'altro emisfero dove si verificano più convenienti situazioni emodinamiche. Questa riorganizzazione interemisferica avviene secondo un diretto rapporto tra *afferenze neuronali/funzioni omologhe* descritte in altre circostanze da Merzenich et al., (1984).

Dogil G. et al. (2002), utilizzano la metodica MRI per descrivere i correlati neuro-anatomici del linguaggio. Gli autori dimostrano che il previsto ampio contingente motore del linguaggio è dato dalle seguenti aree: 1. Area motoria supplementare, 2. Corteccia motoria, 3. Cervelletto. Il cervelletto è l'unico attivo nella pianificazione ed esecuzione di movimenti articolatori semplici. Solo l'esecuzione di movimenti per la produzione di parole coinvolgerebbe l'insula, in assenza di alcuna pianificazione articolatoria, Dogil G. et al. (2002). I correlati anatomici del linguaggio umano funzionerebbero in sincronia, rafforzando in ultima analisi l'omeostasi cerebrale.

### **3) Corpo calloso in connessione tra due insiemi complessi: i lobi cerebrali.**

Nell'Uomo, l'estensione del corpo calloso è abbastanza consistente ed accompagna lo sviluppo della neocortex. Giedd JN et al. (1996), trovarono un incremento del corpo calloso, sia nell'Uomo che nella Donna tra i quattro ed i diciotto anni di età: 13,1 mm<sup>2</sup> (donne) e 11,1 mm<sup>2</sup> (uomini), tra i quattro ed i diciotto anni di età.

La tabella **γ**, riporta le medie e le deviazioni standard dell'area totale (mm<sup>2</sup>) del corpo calloso e di sette sottoregioni dello stesso in 114 ragazzi ed adolescenti normali, età tra i quattro ed i diciotto anni, da Giedd JN et al., (1996).

|                       | Tab. <b>γ</b> |        |
|-----------------------|---------------|--------|
|                       | femmine       | maschi |
| rostro                | 57            | 68     |
| genu                  | 67            | 57     |
| corpo rostrale        | 142           | 149    |
| zona intermedia ant.  | 72            | 75     |
| zona intermedia post. | 67            | 67     |
| istmo                 | 58            | 60     |
| splenio               | 154           | 159    |
| totale                | 617           | 635    |

Negli equini, il rapporto volume del corpo calloso/volume cerebrale è di 1,8. Nell'Uomo, questo rapporto è circa uguale ad 1. Nel Delfino, è di 4,6 ed il volume del cervello è oltre quattro volte e mezzo superiore a quello del corpo calloso. Nei delfini, il corpo calloso è relativamente piccolo.

Nella comparazione con l'Uomo e con l'Equino, si ricavano queste misure:

CERVELLO UOMO -----AREA CALLOSALE

**1085 g**                      **991 mm<sup>2</sup>**

CERVELLO CAVALLO-----AREA CALLOSALE

**385 g**                      **200,8 mm<sup>2</sup>**

CERVELLO DELFINO-----AREA CALLOSALE

**832 g**

**180,5 mm<sup>2</sup>**

Nei mammiferi superiori e specialmente nei Primati, le dimensioni del corpo calloso superano largamente quelle di tutti gli altri tratti del cervello. Nell'Uomo, il corpo calloso ha circa 200 milioni di fibre, la maggioranza delle quali non supera i due micron di diametro, mentre nel Gatto il numero delle fibre non supera i due milioni. Nel Ratto e nel Coniglio, il numero delle fibre è rispettivamente di cinque e di sei milioni. Nel Cane, le fibre sono 22 milioni. Sono stati segnalati casi di *agenesia* callosale collegati ad idrocefalo e alcuni casi di *agenesia* callosale, ma con circonvoluzioni normali. In una ricerca condotta su 17 gatti femmine e 19 maschi, Abreu-Villaça et al., (2001) dichiararono che lo sviluppo del corpo calloso era importante nella normale strutturazione della neocortex. In uno studio sistemico con la MRI, Sullivan EV et al., (2001) hanno riportato la presenza di agenesie parziali del corpo calloso (CC) nel 2% circa dei pazienti schizofrenici contro un valore dello 0,005-0,07% nella popolazione generale, ad indicare uno sviluppo autonomo durante l'ontogenesi del CC e delle strutture ad esso correlate. Però, la corteccia cerebrale di questo 2% di pazienti schizofrenici, aveva uno sviluppo normale.

Il primo principio della termodinamica prevede l'equivalenza tra calore e lavoro. Ritenendo il cervello un sistema isolato formato da due sotto insiemi coniugati dal corpo calloso, l'energia termica totale cerebrale può essere indicata con  $Q$ . Nel caso del cervello, l'energia termica totale deriva dalla somma delle attività neuronali delle singole aree nervose. Lo scambio energetico tra i due lobi cerebrali sarà indicato con  $\dot{L}$ . Questo scambio energetico non avviene a livello del corpo calloso che non può avere questa funzione di conduttore termico. Tuttavia,  $\dot{L}$  può essere intesa come un sistema di connessione nervosa che rende omogenea l'*omeostasi* funzionale tra i due lobi cerebrali e quindi termica. Premesso ciò, possiamo dire che per un volume interessato da più contributi per ogni tipologia di scambio energetico, il bilancio di energia per un sistema chiuso (il cervello) è:

$$\Delta u = q - \lambda$$

Cioè, la variazione di energia interna  $U$  di un qualsiasi sistema termodinamico (in questo caso il cervello) corrisponde alla differenza delle quantità di calore  $Q$  e lavoro  $L$  (cioè  $\lambda$ ), forniti al sistema. In ultima analisi, il ruolo del corpo calloso sarebbe quello di evitare questa somma:  $S1 + S2$  che è l'entropia totale derivante da quella presente nel lobo cerebrale di sinistra,  $S1$  e da quello di destra  $S2$ . Connettendo in modo ottimale i due lobi cerebrali ed esaltandone la funzionalità, il corpo calloso stabilizza il sistema, rafforza l'*omeostasi cerebrale* e allontana l'incremento di entropia (che col tempo è inevitabile). Il secondo principio della termodinamica è fondamentalmente legato alla freccia del tempo. In un sistema isolato, è una funzione non decrescente nel tempo. Il secondo principio della termodinamica non è valido in ambito microscopico, come dimostra l'esistenza dei moti browniani.

Esistono asimmetrie strutturali del cervello umano sotto vari aspetti e a differenti scale. La comparazione di regioni omotopiche all'interno dei due emisferi encefalici ha ampliato le conoscenze ed ha permesso la classificazione, qui riportata:

1. differenze dell'arborizzazione dendritica: Vermooij M.W. et al.( 2007), Dogil G. et al. (2002), Lovick T.A. et al. (1999);
2. ubicazione peculiare di cellule neuronali: Hutsler, J.J. and Gazzaniga, M.S.(1996);
3. asimmetrie di citoarchitettura: Amunts K. et al.( 1996), Amunts VV, (2008); Jenner A.R. et al., (1999) ;
4. differenze nella disposizione, aspetti e volumi di aree cerebrali, di solchi, di gyri oppure dei lobi nel loro insieme: Toga A.W.& Thompson P.M., (2003).

Secondo Rosen G.D. (1996), le fibre del corpo calloso sarebbero più numerose in cervelli simmetrici e le asimmetrie cerebrali deriverebbero dallo sviluppo di piccole aree piuttosto che di vaste zone. Da questo punto di vista, il corpo calloso funzionerebbe come un sistema di stabilizzazione tra due grandi insiemi neuronali, rappresentati dai lobi cerebrali di destra e di sinistra. Il corpo calloso contribuirebbe a stabilizzare la fisiologia in molte aree nervose di ciascun lobo e quindi della neocortex, in generale. In tutti i mammiferi, l'esistenza del corpo calloso consolida le interazioni e l'interdipendenza delle varie regioni dei due lobi cerebrali. Considerando i due lobi cerebrali come sistemi tra loro integrati, questo tipo di funzione integrata implica un processo noto come *transazione*: l'interazione simultanea e reciprocamente interdipendente tra componenti multipli. Il corpo calloso rafforza le proprietà sistematiche del cervello e l'interazione delle sue parti, in particolare a livello della neocortex. Un aspetto del corpo calloso è la sua natura intrinsecamente dinamica. Le sue parti non sono strutture rigide, ma manifestazioni flessibili e nondimeno stabili di processi sottostanti, propri di ciascun lobo cerebrale. I caratteri dell'ordine, quali si manifestano sia nella forma particolare di una struttura - in questo caso la struttura del corpo calloso - sia nella regolare disposizione e distribuzione delle sue sottostrutture (le sette parti in cui il corpo calloso è diviso), non sono altro che l'indicatore visibile di regolarità generale della dinamica sottostante che opera nel suo dominio. Il corpo calloso può essere considerato come un indicatore aperto della dinamica cerebrale, a livello dei due lobi di destra e di sinistra. Il corpo calloso rafforza l'organizzazione cerebrale nel suo insieme. Ogni lobo cerebrale può essere descritto in funzione di variabili interdipendenti, ciascuna delle quali può variare in un vasto ambito fra questi limiti, per cui il sistema è in uno stato di fluttuazione continua, anche quando non c'è disturbo, o una patologia (vascolare, nervosa ecc...). Organo di connessione interemisferica, il corpo calloso rafforza l'omeostasi cerebrale. Wood A. G. et al. (2008) dimostrano che la morfologia del corpo calloso, diviso in numerose sottoregioni è strettamente relazionata all'asimmetria del linguaggio nelle aree cerebrali preposte. Numerosi moduli cerebrali in particolare quelli che rispondono alle immagini che cadono al limitare del campo visivo destro e sinistro, sono connessi trasversalmente (attraversano il cervello da parte a parte), passando per il corpo calloso. Tra l'altro, i collegamenti callosali interemisferici avrebbero la funzione di unificare ed omologare molti tipi di funzioni modulari cerebrali. Una recente ed accreditata ripartizione del corpo calloso, semplificata in termini anatomico-funzionali, è stata proposta da Witelson. Secondo tale autore, il 3° anteriore del corpo calloso o genu, contiene proiezioni provenienti da zone motorie somato-sensitive ed uditive. Infine, il 3° posteriore è a sua volta suddiviso in due: l'istmo che sembra contenere fibre connettenti regioni superiori temporali e regioni parietali - le aree pre-silviane in relazione con il linguaggio - ed il quinto posteriore o splenio, che contiene fibre temporali, parietali ed occipitali (visive). Un ampliamento di questa suddivisione è stata operata da Witelson SF (1973, 1985, 1989) che ha suddiviso il CC in sette sezioni: (1) rostrum, (2) genu, (3) rostral body, (4) anterior midbody, (5) posterior midbody, (6) isthmus, (7) splenium. Le sette aree indicate da Witelson SF sarebbero servite da distinte arteriole. Le zone estreme del corpo calloso il rostro e lo splenio, sarebbero servite da arterie che si staccano direttamente dal poligono di Willis. Le altre arterie che partecipano all'irrorazione delle distinte parti del corpo calloso sono:

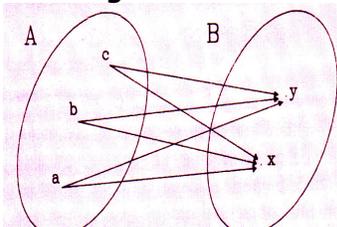
1. ARTERIA CALLOSALE (CEREBRALE ANTERIORE).
2. ARTERIA COMUNICANTE ANTERIORE.
3. ARTERIA CEREBRALE POSTERIORE

Nei mammiferi, il cervello presenta molte differenze di carattere generale: il lobo destro è più voluminoso ed esteso ed il sinistro ha maggiore concentrazione neuronale. Nell'Uomo, nel lobo sinistro dove c'è maggiore concentrazione neuronale e stabilità di flusso, è presente il maggior centro del linguaggio che è l'area di Wernicke. Lo spessore del corpo calloso varia a seconda delle specie di mammiferi e del sesso. Nei delfini, è molto ridotto essendo il cervello quasi diviso in due parti indipendenti. Nell'Uomo, ha il maggiore sviluppo. Esisterebbe una stretta relazione integrativa tra due insiemi complementari: i due lobi cerebrali. La *relazione integrativa* sarebbe assicurata dalle fibre trasversali del corpo calloso. In questo modo, i due lobi cerebrali farebbero parte di un insieme superiore con una propria *omeostasi* che è il cervello. Qualora l'azione equilibratrice del corpo calloso venisse meno, avverrebbero locali fenomeni di compensazione all'interno di ciascun lobo cerebrale col fine di preservare lo stato

generale di *omeostasi*. Inevitabile sarebbe l'aumento di asimmetrie locali in ciascun lobo cerebrale. Le differenze morfo - strutturali e funzionali tra i due lobi cerebrali furono sottolineate dai seguenti Autori.

- 1) Good C. et al. (2001), hanno usato la tecnica *voxel - connessa alla morfometria* (VBM) per esaminare l'asimmetria negli emisferi cerebrali umani rapportata al sesso e all'uso preferenziale di una delle due mani. La ricerca fu fatta su 465 adulti normali. C'era significativa asimmetria - riferita ai *petalia* - nella sostanza bianca e grigia dei lobi temporali, occipitali, frontali, includendo il *Gyro di Heschl*, il Planum temporale (PT) e la formazione ippocampale. Gli uomini avevano incremento asimmetrico a sinistra tra *Gyro di Heschl* e PT, rispetto alle donne.
- 2) Nopoulos P.C. et al. (2001), hanno effettuato minuziose misurazioni del cervello umano per trovare differenze tra i sessi. Gli autori affermano che nei due sessi l'emisfero destro ha volume superiore. Nopoulos P.C. et al., hanno fatto la loro ricerca con la metodica MRI su un vasto gruppo di persone sane (42 maschi e 42 femmine) dai due anni d'età ai trentuno, tutte destrimani. Le misurazioni riguardavano i seguenti parametri: il volume del tessuto cerebrale, il rapporto quantitativo tra materia grigia e bianca nei due sessi e la superficie corticale. Gli autori riportavano questi dati:
  1. Volume intracranico maschile maggiore rispetto a quello femminile (circa 7-10%).
  2. Emisfero cerebrale destro più grande del sinistro, sia negli uomini che nelle donne.
  3. Il volume cerebrale non presentava differenze riferite al sesso.
  4. Nell'emisfero destro, maggiore distribuzione della materia grigia, in entrambi i sessi.
  5. I cervelli umani possono avere sui 100 bilioni di neuroni, comparati ai 6.4 bilioni presenti nelle scimmie macaco: Iming T.G. and Brugge T.F , (1978). La concentrazione neuronale è maggiore nel lobo di sinistra (il dominante).
  6. Hutsler J. e Ralf A.W. Galuske, (2003) dimostrano che la concentrazione dei campi colonnari corticali è maggiore nell'emisfero sinistro che nel destro.

**Fig. 4.**



La fig. 4 indica le connessioni tra gl'insiemi A e B. I segmenti di connessione uniscono i sottoinsiemi rispettivamente di A (**a, b, c**) con quelli di B (**x, y**). Le lettere a, b, c, x, y indicano i sottoinsiemi di A e di B e sarebbero le aree cerebrali collegate dalle fibre trasversali del corpo calloso. La **fig. 4** è uno schema esplicativo, circa le funzioni di collegamento espletate dal corpo calloso, interposto tra i lobi cerebrali, tra loro diversi ed asimmetrici, come del resto in tutti i mammiferi. I due emisferi cerebrali tendono ad essere implicati in funzioni opposte, ma complementari. In gran parte, la complementarietà strutturale e funzionale tra i due lobi cerebrali è assicurata dalle fibre interemisferiche del corpo calloso. Nell'Uomo, il suo volume è connesso allo sviluppo della *neocortex*. Interessanti osservazioni sulla dominanza emisferica sono emerse da indagini su soggetti umani con resezione del corpo calloso (con integrità del chiasma) per la cura dell'epilessia. Se si pone nella mano destra di un individuo andato incontro ad un'operazione del genere un determinato oggetto senza che lo veda, la relativa sensazione è raccolta, per effetto della decussazione sottocorticale delle vie nervose, dall'emisfero sinistro che è quello dominante. L'individuo fa un resoconto verbale dell'esperienza. Se al contrario l'oggetto è messo nella mano sinistra, è l'emisfero destro a ricevere i messaggi sensitivi, ma poiché esso non possiede i centri del linguaggio, il paziente non è in grado di riferire che tipo di oggetto abbia ricevuto in mano. I due lobi cerebrali hanno numerose diversità morfologiche, qui elencate.

#### Lobo sinistro.

1. Il lobo sinistro ha più elevato peso specifico.

2. Maggiore quantità di materia grigia.
3. Fessura silviana laterale più lunga e Insula più ampia.
4. Planum temporale più ampio e area del Planum temporale più vasta.
5. Lobulo parietale inferiore più ampio.
6. Opercolo frontale con superficie totale maggiore.
7. Nucleo posteriore laterale più ampio.
8. Cono occipitale del ventricolo laterale più lungo.
9. Lobo occipitale più largo e giro cingolato doppio.

#### Lobo destro.

1. L'emisfero destro è in genere più globoso ed esteso in superficie.
2. La parete destra della cavità cranica più lunga.
3. Giro di Heschl (corteccia uditiva primaria) doppio.
4. Nucleo genicolato più lungo e lobo frontale più ampio.

Come si è detto, nei delfini e nei cetacei in genere, il corpo calloso è molto ridotto tant'è che si parla di cervello doppio. I cetacei derivano da mammiferi terrestri e la riduzione del corpo calloso fu forse in relazione alla graduale scomparsa degli arti anteriori e posteriori, trasformati in pinne.

Nell'Uomo, il processo di mielinizzazione del corpo calloso è molto precoce ed in relazione alle sue funzioni connettive intercerebrali. Dopo la nascita, la sostanza bianca si espande a partire dal ponte e dai peduncoli cerebellari. Intorno al 1° mese fino al 3°, il processo di mielinizzazione riguarda la parte posteriore limbica della capsula interna, il ginocchio del corpo calloso ed infine verso gli 8-12 mesi, appare la sostanza bianca dei due lobi frontali, parietali ed occipitali. E' stato dimostrato che nel feto umano il corpo calloso inizia a formarsi a partire dalla 11°-12° settimana di vita intrauterina, Nopoulos et al. (2001). Sullivan EV et al. (2001) sostennero un evidente dimorfismo sessuale tra uomini e donne per quanto riguarda lo sviluppo del corpo calloso. Queste differenze uomo - donna, si ritrovano anche nelle scimmie, indicando un parallelo percorso evolutivo tra primati ed Uomo in relazione ai caratteri morfostrutturali e funzionali delle fibre interemisferiche del corpo calloso.

Con la MRI nelle scimmie (*Rhesus monkey*), Franklin MS et al. (2000) mostrarono un incremento del corpo calloso dall'età di 8 mesi a 7,2 anni. Questo incremento era differente a seconda del sesso. Nei maschi, l'area del corpo calloso era di 0,56 cm<sup>2</sup> a otto mesi e di 0,93 cm<sup>2</sup> a 7,2 anni. Nella femmina, si passava da 0,45 cm<sup>2</sup> a 0,66 cm<sup>2</sup>.

#### **4) - Apprendimento rinforzato e termodinamica.**

Un problema fondamentale delle neuroscienze è dato dai processi di apprendimento rinforzato coi quali animali ed esseri umani selezionano azioni finalizzate ad un premio, o al presentimento di una punizione. La base neuronale di queste funzioni è la stessa. Non è irragionevole considerare comportamenti particolari come adattamenti ottimali, o innovazioni altrettanto ottimali di fronte ad una serie di problemi, (Kacelnik, 1997). Ciò dà luogo a molte ipotesi computazionabili e testabili direttamente, intorno alle caratteristiche di questi comportamenti. I potenziali vantaggi di comprendere i processi basilari dell'apprendimento e l'azione selettiva che funzionalmente dipendono dalla dopamina dei gangli basali non possono essere esagerati, ma neanche sminuiti. La dopamina è implicata in una grande varietà di disordini che vanno dal morbo di Parkinson, attraversano la schizofrenia, la depressione maggiore, il disordine da deficit attentzionale per la iper - attività, chiudendo alla fine sulle aberrazioni del processo decisionale con l'abuso di sostanze e di additivi. Capire il ruolo computazionale ed algoritmico della dopamina nell'apprendimento e nel processo selettivo delle azioni è il primo passo per risolvere, o per trattare alcune condizioni d'infermità. Stroetzner C.R. et al. (2010) affermano che la plasticità delle sinapsi cortico - striatali guida i meccanismi dell'apprendimento rinforzato, sia normale che patologico. Con esperimenti di elettrofisiologia sui ratti, gli autori hanno trovato che la regolazione della plasticità corticostriatale dipenda dallo stato critico di apprendimento, suggerendo che il contesto

dinamico delle ramificazioni nodali tra corteccia e gangli basali sia da considerare come un meccanismo d'*investigazione* sinaptica, che può avere due ruoli di base opposti: l'apprendimento rinforzato, oppure disordini neurologici.

Secondo alcuni, l'apprendimento rinforzato rientra negli schemi mentali del *sé corporeo*: la rappresentazione integrata dell'organismo nella sua interezza. Questa funzione avviene in particolare in circuiti neuronali corticali, oltre a coinvolgere alcuni gangli della base, il cervelletto ed il sistema vestibolare. Lo schema dinamico del *sé corporeo* ha i caratteri di una operazione in corso di attuazione: è flessibile, costantemente aggiornabile e permette l'appropriazione di parti del mondo esterno, integrati in un processo unitario. Sarebbe un fenomeno comune con gli scimpanzè. Per esempio, i macachi giapponesi danno prova di un uso intelligente dello strumento. Possono usare un rastrello per raggiungere un pezzo di cibo e sono in grado di controllare i propri movimenti con l'aiuto d'immagini proiettate sullo schermo di un computer, anche quando i loro arti non sono visibili perché nascosti sotto un tavolo con le mani che operano col mouse. La complementarità tra apprendimento rinforzato e schemi mentali del *sé corporeo* ha il suo punto debole se si considerano altre specie. Gli squali si fanno accompagnare dai pesci pilota che non aggrediscono perché considerati come parte del proprio corpo. Il cervello di uno squalo è di pochi cm<sup>3</sup> e non presenta processi cerebrali riconducibili a forme di apprendimento rinforzato.

**a) Correlati neuronali di apprendimento rinforzato.** Di recente, la funzione computazionale di neuro-modulatori come la dopamina, l'acetilcolina e la serotonina sono stati studiati col fine di comprendere gli aspetti sostanziali dell'apprendimento rinforzato. All'interno di questi sistemi di neuromodulazione, il sistema dopaminergico è il più studiato per le implicazioni in particolari condizioni come il morbo di Parkinson, la schizofrenia e l'uso di droghe, oltre alle sospette funzioni nell'apprendimento e nella memoria. Il legame tra dopamina ed apprendimento rinforzato fu evidenziato negli anni Novanta. Da una ipotesi dominante che considerava la dopamina come il segnale della ricompensa del cervello (Wise R.A, Spinler, de Wit & Gerberg, 1978 e Wise R.A, 1978), fu trovato che i neuroni dopaminergici non producevano semplici segnali di valutazione primaria di stimoli gratificanti come il cibo e l'acqua. In questi esperimenti, la documentazione fu effettuata senza utilizzare le scimmie come attestazione di un semplice condizionamento pavloviano (Ljungberg T, et all., 1992; Romo R. & Schultz W., 1990; Schultz, W, 1993 e 2002).

Snow J.C. et all. (2009) suggeriscono che il *pulvinar* abbia un importante ruolo nel processo selettivo dell'attenzione perché filtra le informazioni che possono distrarre. Sorprendentemente, sebbene le cellule testate mostrassero plastici guizzi di attività, se ad una scimmia era dato un sorso di succo di frutta, o essa stessa dava un morso ad una mela, sebbene il cibo consegnato fosse chiaramente preceduto da un segnale sonoro, o da uno luminoso, dopo un certo numero di prove, la risposta dopaminergica alla ricompensa scompariva. Da ulteriori esperimenti sul comportamento delle scimmie in relazione ad una ricompensa, gli A.a. conclusero che esisterebbero distinte funzioni legate alle differenti risposte di tipo dopaminergico. Verso la metà degli anni Novanta alcuni teorici, esperti della scienza dei computer e dei calcoli computazionali suggerirono che le caratteristiche fasiche dei neuroni dopaminergici riflettevano l'errore di previsione per la ricompensa (Barto, 1995; Montagne, P.R., 1993; Montagne P.R., 1995, 1994, 1996, 2004). Infatti, l'intervallo temporale riferito all'errore di previsione si verifica solo in presenza di eventi imprevisti, importanti e desiderati. Ciò spiega perché i neuroni dopaminergici mostrano guizzi di attività di fronte ad un atto di ricompensa, prima che si verifichi (quando cioè la ricompensa è imprevista), ma non dopo che sia avvenuta, quando gli animali cominciarono ad aspettarsi la ricompensa ad ogni prova. Quindi, sembra chiaro perché la dopamina sia un importante mediatore nei processi di apprendimento collegati ad una determinata ricompensa. La teoria della *erronea previsione* basata sulla dopamina è precisa dal punto di vista computazionale e spiega come le componenti fasiche dopaminergiche siano generate durante questa funzione specifica (durante una erronea previsione). Secondo numerosi Autori, tra i quali Christoph G. R. et all., 1996, Floresco S.B. et all., (2003), la teoria suggerisce che i neuroni dopaminergici ricevano stimoli da diversi afferenti che sono:

- La corteccia mediale pre-frontale.
- La periferia del *nucleus accumbens*.
- Il *pallidum* ventrale.
- Il nucleo centrale dell'*amjgdala*.

- L'ipotalamo laterale.
- L'abemula.
- Il nucleo colinergico peduncolo-pontino.
- Il rafe serotoninergico.
- Il *locus coeruleus* nor-adrenergico.

Gli stimoli raccolti dai neuroni dopaminergici, provenienti dalle aree nervose elencate qui sopra convoglierebbero diversi tipi d'informazioni correlate a:

1. eventi attuali, significativi e volontari;
2. valutazioni previsionali sullo stato attuale;
3. informazioni sulle computazioni del circolo dopaminergico nel suo nucleo centrale, in riguardo alla differenza temporale (ritardo temporale) collegata all'erronea previsione di una ricompensa;
4. controllo dopaminergico sui processi di apprendimento e previsionali;
5. funzioni che ottimizzano le azioni finalizzate alla ricompensa.

**b) Circuito extra striato talamo-corticale.** Saalman Yuri B & Kastener Sabine (2009) affermano che il *pulvinar* ha numerosi fasci afferenti dal quinto strato corticale (lamina 5). Queste informazioni avute dal *pulvinar* sono ulteriormente elaborate in livelli superiori e gl'impulsi retroattivi (in feedback) derivano dallo strato sesto (lamina 6 della corteccia visiva). Le proiezioni del *pulvinar* dirette alla corteccia terminano nello strato 4, oltre che in altri strati più superficiali. Molte e differenti aree neocorticali sono connesse *via pulvinar*. Tra queste, le più certe (scientificamente accertate) sono la V1 e la corteccia extrastriata.

Joel D. et al. (2002), ha suggerito che i segnali dopaminergici che partono dall'area segmentale ventrale, terminanti nelle aree ventrali striate e frontali sono usati per trarre previsioni (Barto A.G.,1995; Waelti P., 2001). Segnali omologhi generati da neuroni dopaminergici della *substantia nigra* (pars compacta) e diretti alle aree bersaglio striate dorsali sono finalizzati all'apprendimento di azioni comportamentali. Houk, J.C. et al.,1995; Roesch M.R. et al., 2007, affermano che l'area segmentale ventrale del ratto riesca a discriminare numerosi odori, suggerendo che l'attività dopaminergica in un ambiente chiuso sia importante nei processi di apprendimento immediato.

Secondo A. Oliveiro (2009), l'azione dei gangli basali, specie del *nucleo accumbens* avviene in particolare sul talamo, la sede delle informazioni sensoriali. Il talamo recepisce in modo selettivo questi stimoli. L'incremento di concentrazione dopaminergica nello striato fa sì che il talamo lasci passare una maggiore quantità d'input. Questa sorta di filtro non riguarda solo l'informazione di tipo cognitivo, ma anche altri aspetti del comportamento: dalla motilità all'emozioni.

**c) Aumento volumetrico dello striato negli psicopatici.** Lo striato compreso il *caudato*, *putamen* e *globus pallidus* ha un ruolo importante nei processi di appagamento (gratificazione) e può essere coinvolto nel comportamento fisiopatologico antisociale. Pochi studi hanno indagato sull'eventuali differenze dello striato in individui asociali. Con la MRI, A. L. Glenn et al., (2010) hanno esaminato la struttura dello striato relazionata alla fisio-patologia. I risultati mostravano che gl'individui psicopatici avevano un incremento volumetrico striatale. Analisi sui co-fattori psicopatologici mostravano che i volumi del *corpo caudato* erano all'inizio associati cogli aspetti psicopatologici interpersonali ed affettivi, mentre i volumi della testa del *caudato* erano all'inizio associati a quelli di eccitazione compulsiva - impulsiva. In conclusione, i risultati mostravano significative differenze dello striato in individui psicopatici. La differenze strutturali potrebbero parzialmente essere alla base dei deficit di appagamento ed a sottendere il processo decisionale che accompagna il quadro psicopatologico. Tillfors M. et al. (2002), hanno esaminato alcuni parametri del flusso sanguigno cerebrale e la gittata cardiaca in soggetti con fobia sociale ed anticipo d'ansia. L'incremento sanguigno più elevato era nella corteccia pre-frontale dorsolaterale destra, temporale inferiore sinistra, e nella regione ippocampale amigdalloidea sinistra. Complessivamente, c'era un maggior flusso cerebrale nel polo temporale sinistro e bilateralmente nel cervelletto. Con la MRI, Giorgio A. et al., (2010) dimostrano che durante l'adolescenza l'incremento volumetrico cerebrale è collegato in particolare all'aumento del diametro cilindriale. Durante tutta l'adolescenza, la maturazione del cervello è unita a variazioni strutturali della connettività a lunga distanza nelle varie zone della sostanza bianca, in particolare del fascicolo arcuato e del tratto corticospinale. Yoshitaka

Kumakura et all. (2010), dimostrano che la capacità di sintesi della dopamina da parte dello striato è largamente intatta nell'età anziana a condizione che non rimanga accumulata nelle cellule, ma sia eliminata nei liquidi extracellulari. Tadashi Hamasaki et all. (2003) descrivono le migrazioni cellulari che contribuiscono alla formazione dello striato durante l'embriogenesi. Gli autori affermano che nei mammiferi, lo striato è la componente più largamente recettiva del circuito dei gangli basali. E' coinvolto nel controllo di numerose funzioni motrici, cognitive ed emotive. Nel telencefalo, lo striato ha peculiari proprietà istologiche del tutto differenti dalla neo-corteccia, ma la sua ontogenesi è in gran parte sconosciuta. Tadashi Hamasaki et all. (2003), come detto in precedenza, affermano che durante la vita embrionale, le migrazioni cellulari riforniscono lo striato di proiezioni neuronali, inter-neuronali e di neuroni transitori di prima generazione, originatisi a livello della pre lamina corticale.

### **5) La neurobiologia, i neuro trasmettitori cerebrali e la termodinamica.**

Il glutammato è un neuro-trasmettitore eccitatorio, prodotto dalle grosse cellule dell'intera corteccia cerebrale e dall'ippocampo. GABA è un neuro-trasmettitore inibitorio all'interno di sistemi locali di lungo raggio nella corteccia cerebrale e nel limbo. Oppiacei ed endorfine sono inibitori del S.N.C. e la loro azione inibitoria ha particolare importanza nella regolazione della pressione sanguigna cerebrale. In genere, i neuro-trasmettitori hanno azione stimolante, o inibitoria. Per esempio, la *dopamina*, la *nor-epinefrina*, il *glutammato* e l'*istamina* (5-HT) sono stimolanti e la *serotonina*, GABA ed *endorfine* sono inibitorie. Esistono numerose sostanze chimiche, inclusi i neuro-trasmettitori ed altri tipi di neuro-modulatori con funzioni analoghe alla dopamina ed alle endorfine. Ci sono altre molecole come il fattore neuro-trofico, la proteina - G, il cAMP ed altre amine biogene, contenute nei neuroni e nel sistema simpatico, avendo grande importanza nella neuro-trasmissione. Esistono importanti interazioni anatomiche e funzionali tra neuroni nor-adrenergici del *Locus Coeruleus* ed il nucleo serotoninergico del *rafe*. L'importanza della dopamina come molecola di base di alcune forme di comportamento e di apprendimento è stata rilevata dalle ricerche di Cabib S. et all. (1995). Nel Gatto, gli Autori dimostrarono che le asimmetrie nel sistema dopaminergico mesolimbico avevano un ruolo molto importante nel promuovere la lateralizzazione che sta alla base dell'uso preferenziale di una delle due zampe anteriori. In particolare, a livello del *nucleus accumbens* nell'emisfero dominante, c'erano importanti differenze nelle concentrazioni di dopamina, 3-4 ac. diidrossifenilacetico e 3-metossitiamina, a seconda se si trattava di gatti che usavano di preferenza la zampa destra, o la sinistra. In uno studio su individui di sesso maschile, De la Fuente-Fernandez et all. (2000) affermano che le asimmetrie del sistema nigrostriale dopaminergico potrebbero correlarsi alla lateralizzazione motoria. Gli autori suggeriscono l'esistenza di un modello funzionale alla base dei movimenti bimanuali e ritengono che nei destrimani l'abilità nei movimenti bilaterali delle mani potrebbe dipendere da entrambe le attivazioni - attraverso il circuito *putamen* sinistro - sull'area motoria supplementare sinistra (SMA) e l'inibizione - attraverso il circuito caudato destro - di programmi motori immagazzinati nell'area motoria supplementare destra.

Llewellyn Sue (2009), Holland JH (1998), Johnson S. (2001) affermano che la netta differenza tra veglia e sogno si basa sul reciproco rapporto sistema aminergico/colinergico/dopaminergico. Alterandosi l'interazione tra i neuro-modulatori aminergici/colinergici si modifica di conseguenza il rapporto tra i sistemi dopaminergici mesolimbico e mesocorticale. La perdita di reciprocità nella neuro-modulazione aminergica, colinergica e dopaminergica avviene nella fase cronica della malattia schizofrenica, intrappolando la mente in uno stato ondulante veglia/sogno.

Molte sostanze chimiche coesistono nel cervello, formando un miscuglio d'interazioni anatomiche e funzionali. Secondo Salerian Alen J. (2010), le leggi della termodinamica sono universali perciò applicabili alle funzioni cerebrali. Lachish U. (2007) dice che secondo la Legge di Van't Hoff, l'incremento di temperatura sposta l'equilibrio nella direzione che fa assorbire calore ed un decremento calorico sposta l'equilibrio in una direzione che incrementa calore. La II Legge della Termodinamica suggerisce che tutti i processi chimici hanno una determinata direzione e la neurobiologia fa intendere che una funzione cerebrale avviene in una specifica regione del cervello.

Per la precisione, la *seconda legge della termodinamica* dice: *il calore passa da un corpo più caldo ad uno più freddo*. Secondo questa legge, due corpi uno caldo ed uno freddo in

connessione con del materiale conduttore di calore avranno questo comportamento: il corpo caldo si raffredderà e quello freddo si riscalderà, finché non arriveranno ad una situazione di equilibrio termico. Questa evoluzione ha carattere deterministico. Osservando il processo nella direzione temporale opposta, i due corpi con uguale temperatura evolveranno spontaneamente in corpi con diversa temperatura, ma sarebbe impossibile decidere quale dei due avrà temperatura maggiore. La prima legge della termodinamica invece dice: *in qualunque sistema isolato, l'energia totale è conservata*. Cioè, l'energia totale non si perde se per esempio un corpo resta privo della sua energia cinetica. Sebbene possano intervenire processi più complicati, l'energia totale rimane costante. L'energia totale prima del processo è uguale all'energia totale dopo il processo. Mentre la prima legge è una uguaglianza, la *seconda legge* è una disuguaglianza; ci dice che dopo un determinato processo, un'altra grandezza nota come *entropia* ha un valore maggiore (o perlomeno uguale) di quello che aveva prima. L'*entropia* è grosso modo la misura della casualità del sistema.

La neurobiologia dice che la trasmissione sinaptica è cruciale per la fisiologia cerebrale. Si può quindi concludere: la precisa direzione di un sistema sinaptico col suo specifico *cocktail* chimico regola la funzione cerebrale. Qualsiasi variazione omeostatica cerebrale attiva una sequenza di cambiamenti tramite una *omeostasi dinamica*, con una nuova importante direzionalità e con specifica e definita conseguenza nella neurobiologia regionale. Questo, in osservanza alla II Legge della Termodinamica. In sintesi, un singolo neuro-trasmittitore produrrà nel cervello un'onda di reazioni: ci sarà una nuova *omeostasi* tramite un nuovo stato dinamico, una diversa direzionalità ed una funzione cerebrale unica e specifica. Secondo Salerian Alen J. (2010), variazioni fisiche della sostanza nervosa (volumetriche, di peso, di direzionalità e di altezza) comportano disfunzioni in specifiche aree cerebrali. La tesi troverebbe conferma nel lavoro di Deicken R.F. et all. (2002) che effettuarono una ricerca con la MRI su un gruppo di 41 pazienti schizofrenici, paragonati a 39 soggetti normali. Gli Autori rilevarono differenze volumetriche cerebrali tra i due gruppi, ma negli schizofrenici c'era una significativa asimmetria a livello del talamo, con la parte destra maggiore della controlaterale.

## **6) Dopamina, omeostasi cerebrale e termodinamica.**

La dopamina è sintetizzata nelle terminazioni cilindriche a partire dalla tiroxina che è trasformata in DOPA dalla tiroxina idrossilasi. A seconda della necessità, la DOPA è trasformata in dopamina (DA) dalla decarbossilasi degli amminoacidi aromatici. Analogamente alle altre monoamine, la *dopamina* rilasciata è di nuovo captata dai terminali nervosi. La *dopamina* intraneuronale è metabolizzata ad opera delle MAO che la trasformano in aldeide.

La dopamina (o dopamina) è una ammina biogena sintetizzata dal corpo umano. Nel cervello, è un neurotrasmettitore ed attiva i sub-recettori: D1, D2 e D3. È presente in aree come la nigrostriatale, che controlla il movimento corporeo. La dopamina è presente nelle aree memomimico-mesocorticale, regolando l'emozioni ed i sentimenti. E' nel tratto infundibolare, dove giuda il rilascio di ormoni come il GH (*Growth Hormone*, ovvero ormone della crescita) e il PIF (*Prolactin Inhibiting Factor*, ovvero fattore inibente la prolattina). La dopamina è anche un neuro ormone rilasciato dall'ipotalamo. Come ormone, la principale funzione è d'inibire il rilascio della prolattina da parte del lobo anteriore dell'ipofisi. A livello centrale, la dopamina è rilasciata dalla *substantia nigra* e la sua azione è mirata a modulare l'attività inibitoria dei neuroni GABAergici. Dopo aver interagito con i suoi recettori la dopamina è metabolizzata da due enzimi diversi:

- dalle MAO B (Mono-Amino-Ossidasi) ad acido 3,4-diidrossi-fenilacetico;
- dalle COMT (Catecol-O-Metil-Transferasi) ad 3-metossi-tiramina.

In uno studio pubblicato sulla rivista *Neuron*, Mosharov Eugene V. et all. (2009), hanno scoperto che nella malattia di Parkinson c'è un progressivo calo del numero di neuroni a causa dell'azione di tre componenti: il neurotrasmettitore dopamina, un canale per il calcio e la proteina sinucleina.

L'azione di questi tre fattori era stata già ipotizzata, ma si pensava che non agissero in sinergia con un'unica funzione patologica. E' stato dimostrato invece che ad essere letale è l'interazione delle tre molecole. Nei casi in cui nei canali del calcio, c'è a un incremento di dopamina all'interno delle cellule, la dopamina in eccesso reagisce con la *sinucleina* e forma complessi inattivi che impediscono alla cellula di eliminare i materiali di scarto, man mano che

si accumulano. Il risultato è che la cellula muore. Se uno solo di questi tre fattori manca, il neurone riesce a sopravvivere. La perdita di neuroni nella regione cerebrale nota come *sostanza nera* o *substantia nigra* è alla base dei sintomi del Parkinson, tra cui i tremori incontrollabili e difficoltà di movimento degli arti.

La teoria di Salerian (2010) dice che la turbolenza, il moto disordinato dei fluidi cerebrali e le oscillazioni dal loro normale dinamismo, le alterazioni dei neurotrasmettitori alterano l'*omeostasi* cerebrale e violano le leggi della termodinamica.

Olds et al., (1954) hanno rilevato l'esistenza di un *sistema di ricompensa*, o *sistema incentivante cerebrale* formato da neuroni localizzati nel *ponte* del cervello e nei *gangli della base*. Le loro fibre raggiungerebbero la corteccia cerebrale. Sarebbero neuroni dopaminergici, attivati anche dall'azione di droghe come l'anfetamina, la cocaina, la morfina inducendo sensazioni di piacere e comunque gratificanti. Numerosi tipi di gratificazioni (alimentare, sessuale, da droghe...) sarebbero attivati dal medesimo sistema di rinforzo, cioè dal sistema dopaminergico.

Il sistema dopaminergico regolerebbe i rinforzi alimentari, sessuali, gli stati emotivi ed i criteri di valutazione della realtà circostante. Queste funzioni si esplicherebbero non solo con meccanismi di rinforzo comportamentale e di apprendimento, ma anche condizionando l'attenzione verso alcuni stimoli invece che verso altri. Infine, il sistema dopaminergico eserciterebbe una specie di filtro sui diversi aspetti del mondo reale, etichettandoli e classificandoli a seconda della situazione e dell'importanza contestuale.

### **7) Correlati d'apprendimento rinforzato. Immagini funzionali del processo decisionale.**

Nell'Uomo, i primi studi con la MRIf sulla predizione d'errore coinvolgevano il nucleo *accumbens* e la corteccia orbito-temporale (Berns G.S. et al., 2001, Knutson, B., et al., 2001; Knutson, B., et al., 2008; Pagnoni G., et al., 2002), entrambi tra i maggiori bersagli della dopamina. O' Doherty J. et al., (2004) e McClure S.M. et al. (2003 e 2004), usarono alcuni metodi analitici con elevata variabilità al fine d'identificare i correlati neuronali in uno specifico modello derivato che spiegasse la predizione di errore con TD (TD = differenza temporale di apprendimento). Gli studi coinvolgevano di nuovo il nucleo *accumbens* (lo striato ventrale), oltre al *putamen* (lo striato dorso-laterale). O' Doherty J. et al. (2004), allora trovò che i correlati fMRI sui segnali della erronea previsione erano separati all'interno dello striato, rispettivamente il dorsale ed il ventrale. La separazione dei segnali sarebbe collegata al tipo di comportamento attivo che si sceglie, finalizzato al raggiungimento di una ricompensa (ad esempio, il condizionamento strumentale), oppure no (condizionamento Pavloviano). Nella prova di apprendimento previsionale passivo, l'erronea previsione di ricompensa era evidente solo nello striato ventrale, mentre nella prova di scelta attiva (volontaria) ciò era evidente in entrambi: nello striato dorsale e nel ventrale. Questi aspetti rafforzano la tesi sulla presenza di una mappa all'interno di una struttura architettonica, *abitata* da una specie di "Attore/Critico" e saldamente strutturata nei gangli basali. L'ipotesi concorda coi dati che provano la presenza di due diverse regie nello striato: il ventrale include una specie di *ente critico* nei processi di apprendimento e di previsione, e lo striato dorsale *ospita* una specie di *ente politico*, discrezionale, sovrastato da una *regia di apprendimento* (Joel et al., 2002). I correlati sulla erronea previsione nello striato dorsale e ventrale sono stati oggetto di numerosi studi: McClure S.M. et al., (2006); Preusschoff K, et al., (2006); Schönberg T. et al., (2007), essendo lo striato il maggiore bersaglio dopaminergico. Schönberg et al., (2007) hanno trovato che il migliore tipo di apprendimento ha una stretta correlazione coi segnali striatali BOLD in riguardo all'erronea previsione di una ricompensa. Tuttavia, Jensen J. et al., (2007); Menon M. et al., (2007); Seymour, B. et al., (2004) hanno trovato che nei segnali BOLD correlati ad una positiva previsione di errore nei confronti di un evento doloroso e ad un atto punitivo (affrontato) hanno come base lo striato, il maggiore bersaglio della *dopamina*.

Sebbene la dopamina sia importante in molte forme d'apprendimento e di comportamento, gli animali possono apprendere a selezionare azioni in modo corretto, spesso in assenza di dopamina, Berridge, K.C., (2005, 2007). Non è peraltro una sorpresa. Infatti, l'evidenza suggerisce che uomini ed animali hanno a disposizione numerosi sistemi in parallelo inerenti il processo decisionale, ma solo una parte di essi è dopamina dipendente (Daw N.D. et al. 2005,

Dickinson A. & Ballerine BW, 2002). Il modo per identificare questi diversi sistemi consiste nel fatto che un determinato comportamento (come una semplice leva premuta da un ratto per poter mangiare) può avere conseguenze differenti in situazioni altrettanto dissimili.

A livello neuronale, ricerche sperimentali di laboratorio effettuate da B. W. Ballerine hanno evidenziato il coinvolgimento di singoli punti nodali a livello dei gangli basali (Joel D. & Weiner, I. 1994, Parent A. & Hazrati, L.N., 1993) in relazione a specifici sistemi, implicati nei processi di valutazione e decisionali. In particolare, il cosiddetto *nodo limbico* che include aree come lo striato ventrale, la parte di amigdala baso-laterale e la corteccia orbito-temporale, è stato correlato alla predizione Pavloviana inerente i processi di apprendimento e di valutazione (Cardinal R.N. et al., 2002; Holland P.C. & Gallanger M., 1999; Killcross, S. & Coutureau, E., 2003). Le azioni con precisa finalità avrebbero origine nelle reti associative includenti la corteccia pre-frontale dorsolaterale: nei ratti, l'omologa corteccia pre - limbica ed il nucleo caudato, lo striato dorsomediale, (Ballerine, B.W., 2005; Killcross, S. & Coutureau, E., 2003).

Di recente, il comportamento abitudinario collegato a stimoli provenienti dallo striato è stato localizzato nella zona sensitivo-motrice: lo stimolo originario parte della corteccia sensitivo motrice e coinvolge il *putamen*; nei ratti, è lo striato dorso-laterale, Yin H.H. et al., (2005).

Con la fMRI, Valentin, V.V. et al., (2007) hanno visto che l'opinabile valutazione di esiti previsti (fulcro del comportamento con precise finalità) ha come sede la corteccia orbito-frontale.

Niv Y. e Niv Y et al., (2006, 2007), suggeriscono che il netto grado di ricompensa, l'intensità di risposta nel suo punto critico, dipendano dal livello tonico di dopamina nello striato.

Ricerche sul comportamento decisionale di uomini ed animali supportano l'esistenza di un meccanismo finale di controllo sui diversi tipi del comportamento decisionale. L'ipotesi della dopamina come fulcro nella previsione di errore ha ulteriormente unito questi tipi di algoritmi ai possibili specifici substrati neuronali col fine di specificare l'azione selettiva dei gangli basali, modulati da segnali fascici dopaminergici. Numerosi studi rafforzano questa ipotesi.

**e) L'apprendimento tra Pavlov e Skinner: procedure di intervento.** Leggere, camminare, fare sport, tenere conferenze, l'aver paura dei cani, o di entrare nei luoghi chiusi: tutto ciò è apprendimento. Gli psicologi hanno descritto molti modelli di comportamento, i più noti sono quelli di Pavlov e di Skinner. Il comportamento può essere classificato in due categorie principali: l'apprendimento classico o pavloviano e l'apprendimento operante, o skinneriano. Un'altra forma di apprendimento include anche l'apprendimento classico ed operante ed è l'*imitativo*, o *vicariante*. L'apprendimento classico studiato da Pavlov, considera gli stimoli che automaticamente evocano delle risposte: sono *stimoli incondizionati*. La risposta incondizionata è incontrollabile dall'individuo e quindi involontaria. Alcuni stimoli ambientali, quali rumori, shock, luci o il gusto del cibo, evocano risposte riflesse. La connessione tra stimoli incondizionati e risposte è automatica, non appresa. Famoso è l'esperimento di Petrovic Pavlov sui cani. E' risaputo che la vista del cibo provochi nei cani la salivazione: un *riflesso incondizionato*. Invece di presentare il cibo, si suona un campanello ed il cane non ha alcuna secrezione gastrica. Però, per un certo periodo si suona una campanella mentre si presenta il cibo all'animale. Accade che al semplice suono della campanella, il cane cominci a salivare. E' questo un *riflesso condizionato*. Dice Pavlov: *in tal caso, abbiamo una secrezione psichica*. Uno stimolo indifferente (il suono del campanello) diventa efficace a condizione di venir collegato ad uno stimolo normale. Attraverso la teoria del *riflesso condizionato*, Pavlov ritenne di poter spiegare molti dei comportamenti umani. Un significativo esempio, basato sull'apprendimento classico, fu l'esperimento di Watson e Paynor (1920) col quale dimostrarono come le paure possano essere apprese attraverso l'apprendimento classico. Watson, Paynor insieme con Skinner sono considerati i formulatori di una corrente di pensiero definita *comportamentista*. Jhon B. Watson studiò il comportamento dei topi nel labirinto. In un secondo tempo, Watson si dedicò all'indagine sui comportamenti umani. Secondo lo studioso, l'Uomo si riduce ai suoi comportamenti, la scienza psicologica è dunque comportamentismo. Egli afferma: *il pensiero è una forma di comportamento, è una organizzazione motoria, esattamente come il giocare a tennis, o a golf*. Importante è lo studio dei comportamenti e delle leggi connesse ai comportamenti umani che in determinate condizioni, ne permettono la spiegazione e la previsione. Trovare le leggi vuole dire individuarne le cause da ricercarsi negli stimoli che l'individuo riceve costantemente dall'ambiente. I comportamenti sono risposte a stimoli ambientali e la psicologia scientifica è la scienza della coppia stimolo-risposta. La differenza tra l'animale e l'Uomo consisterebbe - secondo Watson - nella maggiore complessità dei

comportamenti umani. Skinner introdusse una situazione sperimentale fondata sul condizionamento animale. In relazione ad una serie di stimoli predisposta dallo sperimentatore, un ratto da esperimento stava in una gabbia dov'era libero di muoversi. Premendo una levetta con la zampa, l'animale riceveva del cibo. Dopo molti tentativi, il ratto apprendeva come fare per alimentarsi: premere con la zampa la levetta. Avveniva che la risposta muscolare volontaria del ratto nel premere la levetta comportava un rinforzo positivo (il cibo). Questo tipo di comportamento fu definito *operante* perché le risposte che avvengono sono spontanee, non soggette ad uno stimolo come per l'esperimento pavloviano del cane. Nell'esperimento di Skinner, l'apprendimento rinforzato si genera in assenza di uno stimolo esterno. Di recente, numerosi esperimenti dimostrano che comportamenti emotivi possono scatenarsi con la stimolazione ipotalamica e del sistema limbico, oppure di alcuni nuclei della base. J. LeDoux (1998), sostiene che nelle risposte di paura ci sia il coinvolgimento dell'amigdala, un nucleo del sistema limbico dove il principale neurotrasmettitore è la nor-adrenalina. J. LeDoux ha messo degli animali in un ambiente ansiogeno. In un secondo tempo, questo ambiente susciterà reazioni di paura anche in assenza di punizioni, o di stimoli ansiogeni. Infatti, l'animale associa la punizione al contesto ambientale. Uno stimolo ansiogeno coinvolgerebbe i nuclei talamici da cui partono risposte alla corteccia sensoriale ed all'ippocampo. Dal talamo, dalla corteccia sensoriale e dall'ippocampo partono stimoli all'amigdala che li convoglia a varie aree cerebrali, ognuna delle quali comporta l'insorgenza di un particolare aspetto emotivo. J. LeDoux conclude che emozioni come la paura sono un diverso aspetto di comportamento rinforzato. Queste emozioni sono regolate da nuclei nervosi implicati in attività motorie, vegetative e cognitive. Gli stati emotivi si originerebbero da strutture sottocorticali e non da aree della neocortex.

### **8) Termodinamica e le tesi di Salerian Alen J. (2010).**

Questo argomento è diviso in nove tesi, o assunti.

**1.** Variazioni dell'omeostasi cerebrale dipendenti da alterazioni termiche nello stesso cervello, correlate a patologie nella neuro-trasmissione, o della sostanza nervosa comportano disfunzioni in una specifica area cerebrale. In alcune aree cerebrali, W. Kuschinsky e J.Vogel (2002) avevano mostrato l'esistenza di una stretta relazione tra densità capillare ed eterogeneità di flusso. Essendo le aree cerebrali diverse tra loro per estensione ed attività, la eterogeneità di flusso è specifica per ciascuna di esse, in osservanza all'omeostasi del cervello ed al **CBF** (flusso sanguigno cerebrale). La tesi di Salerian (STB) dice che una specifica funzione del cervello è localizzata in una sua specifica regione. Il circolo sanguigno è da supporto alle funzioni del tessuto che irrori, da qui deriva la eterogeneità di flusso cerebrale, relazionata alla fisiologia delle diverse aree cerebrali. C'è da dire che nella specie umana, alterazioni di **CBF<sub>r</sub>** (flusso sanguigno cerebrale regionale) potrebbero compromettere la normale corticogenesi, in particolare nei lobi frontali in età pre-puberale, come dimostrato da Takashi Ohnishi et all. (2000), Dawson G. e coll. (1995), George MS et all. (1992) e Mountz JM et all. (1995). Se il cranio è intatto, allora la somma del volume cranico, del fluido cerebro spinale (CSF) e del volume di flusso sanguigno intracranico è costante. Nella cavità cranica, incrementi volumetrici in uno dei tre scomparti può essere compensato da un decremento volumetrico nei restanti. Diversamente, la pressione intracranica (ICP) aumenterà.

**2.** Secondo Kuschinsky W. et all. (2002), esiste uno stretto rapporto tra densità capillare in una determinata area cerebrale ed il flusso sanguigno arteriolare nella stessa area. Gli autori hanno analizzato quattro zone cerebrali umane: il collicolo inferiore, la corteccia frontale, il nucleo caudato ed il corpo calloso. C'era una stretta relazione tra **CBF**, densità capillare e variazione di flusso locale.

**3.** Salerian A.J. et all. (2010) dice che: *qualsiasi sostanza chimica può causare cambiamenti neurologici alla sua entrata, o prima di uscire dal S.N.C.* Quindi, non solo i sedativi, gl'ipnotici, i narcotici, ma tutte le sostanze che entrano od escono da S.N.C. hanno azione psicotropica. Oishi M. et all. (1999), studiarono l'atrofia del corpo calloso e le variazioni del flusso sanguigno cerebrale in 15 casi di persone con alcolismo cronico ed in 15 controlli (persone sane). Con la metodica MRI, gli autori ricavarono l'indice callosale dei soggetti alcolizzati, mentre le variazioni del flusso sanguigno cerebrale furono calcolate con la tomografia computerizzata. Furono misurate le variazioni del flusso sanguigno cerebrale regionale a livello delle cortecce frontale, temporale e parietale, inoltre nella sostanza bianca occipitale, frontale, temporale, a

livello del nucleo caudato, *putamen* e talamo. Negli alcolisti cronici, alcune zone del corpo calloso erano alterate e l'indice callosale nel *genu* e nel *tronco* molto ridotto, rispetto ai controlli. Negli alcolisti cronici, il flusso sanguigno nella corteccia cerebrale, talamo e *putamen* era più basso. C'erano significative relazioni positive tra atrofia del corpo calloso e riduzione di flusso sanguigno cerebrale. Questi dati sono tratti dalla ricerca di Oishi M. et al., (1999).

- Flusso sanguigno nella corteccia temporale: 51,6 (alcolisti cronici)-68,2 (soggetti normali).
- Flusso sanguigno nella corteccia parietale : 51,0 (alcolisti cronici)-67,3 (soggetti normali).
- Area del corpo calloso in mm quadrati: 445 negli alcolisti cronici; 568 (soggetti normali).

**4.** Hudetz Antal G. (1999) ha dato un modello matematico inerente il trasporto di ossigeno all'interno della corteccia cerebrale. L'Autore ha dimostrato l'esistenza di un rapporto proporzionale tra flusso sanguigno cerebro-corticale e consumo di O<sub>2</sub> nelle normali attivazioni fisiologiche. Il consumo di O<sub>2</sub> sarebbe supportato da un incremento direttamente proporzionale di flusso sanguigno a livello capillare. Tutto ciò è alla base di uno stato di equilibrio più ampio, indicato come *omeostasi cerebrale*.

**5.** Alterazioni dell'*omeostasi cerebrale* starebbero alla base di malattie degenerative come il Morbo di Parkinson. Recenti vedute (Blanchet P.J. et al., 2004; Hallet P. et al., 2004; Rajput Ali H. et al. 2004; Case T.N., 2004) mostrano che i nuclei della base sarebbero un sistema dinamico non lineare, molto collateralizzato destabilizzabile per una ridotta concentrazione dopaminergica. Inoltre, la riduzione di dopamina altera la sincronizzazione dei nuclei basali – c'è attività oscillatoria - con comparsa dei sintomi tipici del morbo di Parkinson. Sintomi negativi causati dalla schizofrenia coesistono con una patologia di lunga durata, in dipendenza della termodinamica ed in collegamento ad anomalie della neuro-trasmissione cerebrale. La predisposizione genetica alla schizofrenia è espressa da differenze di acidi grassi che comportano modificazioni nelle membrane neuronali. Di conseguenza, tutti i sistemi dei neuro-trasmittitori sono distrutti. Alla fine, la reciproca interazione tra i neuro-modulatori aminergici/colinergici si guasta. L'impulso colinergico alterato modifica il reciproco rapporto tra i sistemi dopaminergici mesolimbico e mesocorticale. La perdita di reciprocità nella neuro-modulazione aminergica, colinergica e dopaminergica avviene nella fase cronica della malattia schizofrenica con uno stato mentale intrappolato tra veglia e sogno, secondo Llewellyn Sue (2009), Holland JH (1998), Johnson S. (2001).

**6.** Byne W. et al. (2009), affermano che il talamo è un incrocio d'impulsi nervosi multipli, alcuni dei quali implementati nella patologia schizofrenica. Rapportato a quello del cervello *in toto*, il volume del talamo sarebbe mediamente inferiore negli schizofrenici rispetto alle persone normali. In particolare, i nuclei dorso-mediali ed il *pulvinar* degli schizofrenici sarebbero molto ridotti e con uno spiccato impoverimento della densità cellulare. Queste anomalie talamiche comporterebbero la trasmissione d'impulsi nervosi aberranti verso altre aree cerebrali come la corteccia prefrontale e la V lamina corticale.

**7.** Szyck G. R. et al. (2009), affermano che negli schizofrenici c'è un deficit d'integrazione articolatoria di nozioni con input di linguaggio uditivo. I pazienti affetti da schizofrenia avrebbero un deficit d'integrazione audiovisiva durante la percezione linguistica. Questo tipo di deficit sarebbe collegabile a disfunzioni del sistema motorio linguistico nell'emisfero destro. Le aree coinvolte sarebbero in particolare: la parte opercolare (area corticali pre-motorie e motorie), il solco frontale centrale ed il giro temporale superiore. Tutte queste aree avrebbero un ruolo chiave nella percezione del linguaggio così come nella sua comprensione e nella visione delle frasi.

**8.** Salerian A.J. et al. (2010) dice che: un singolo neuro-trasmittitore non può mai causare malattie cerebrali, a meno che non provochi una cascata a catena di reazioni chimiche che inducono disfunzioni in una specifica regione del cervello. M.S. Ahm (2004) afferma che disordini dei circuiti motori a livello dei gangli basali e della connettività talamo - corticale con interposizione del *putamen* sarebbero la causa dello *stuttering* (balbettare). Ci sarebbero aspetti similari tra lo *stuttering* e la *distonia* con possibile coinvolgimento di un unico neurotrasmettitore rappresentato in questo caso dalla dopamina.

9. La teoria di Salerian suggerisce che la temperatura corporea è una forza fondamentale e regolatrice dell'intero cervello, preservandolo dalle degenerazioni e mantenendolo funzionante per un tempo il più lungo possibile. La turbolenza, il moto disordinato dei fluidi cerebrali e le oscillazioni dal normale dinamismo, le patologie connesse ad alcuni dei neurotrasmettitori alterano l'omeostasi cerebrale e violano le leggi della termodinamica. Secondo Salerian, l'omeostasi cerebrale potrebbe risentire anche delle modificazioni strutturali della materia cerebrale, come nei pazienti schizofrenici descritti nell'esperimento di Byne W. et al., (2009).

### 9) **La N400**

Riportandoci agli esperimenti sul linguaggio umano, è possibile recuperare il significato delle parole indipendentemente dal contesto della frase. Riconosciamo meglio e subito le parole più usate. Le parole precedute da altre con significato simile sono riconosciute in modo rapido rispetto a quelle precedute da parole con significato difficile (priming semantico). Queste caratteristiche emergono nei potenziali evento-correlati con la modulazione d'ampiezza **N400**. Valdizan JR et al. (2003) hanno esaminato 24 bambini autistici, 6 con AS (sindrome di Asperger) ed un gruppo di controllo di 25 bambini di età compresa tra i 6 e i 14 anni. Gli Autori hanno trovato un aumento della latenza nella N400 per il gruppo di bambini autistici, assente nel gruppo di bambini con AS. La negatività N400 massima per i bambini autistici è stata trovata nella regione sinistra fronto-centrale. Non sono state osservate differenze significative per l'ampiezza della N400 tra i 3 gruppi esaminati. Gli Autori affermano che dal punto di vista neurofisiologico i bambini autistici e quelli affetti da AS potrebbero usare circuiti neuronali differenti nell'elaborazione semantica. L'onda N400 potrebbe essere un valido test per monitorare l'elaborazione verbale in questi bambini.

E' da precisare che la componente evento-correlata esprime la sensibilità del cervello al significato ed è indicata con la sigla N400. E' una componente endogena che si manifesta con un rapido incremento della negatività a circa 250 – 300 ms a partire dalla presentazione di uno stimolo incongruente, un picco intorno ai 400 ms ed un declino conseguente che si prolunga fino a circa 500 – 550 ms. La sua ampiezza è più chiara nell'emisfero destro. Ad esempio la frase: *il pescecane corrono vicino alla spiaggia*. Questa frase ha due errori:

- *Corrono*: non si sa se stanno nuotando. Il soggetto è al singolare ed il verbo al plurale. C'è anche l'ambiguità nel nome *pescecane*: pese + cane che potrebbe fare intendere a due soggetti.
- *Vicino alla spiaggia*: non si sa se in mare, o sulla terra ferma (*correre* indica un evento collegato alla terra ferma; *nuotare* è il termine più appropriato).

Nella esposizione della frase: *il pescecane corrono vicino alla spiaggia*, l'analisi elettroencefalografica, mostra la presenza della N400, indicativa del doppio errore. L'ampiezza della N400 esprime le difficoltà con cui la parola è recuperata dalla memoria semantica. Minima difficoltà se la parola è attesa e prevedibile. Elevata difficoltà se la parola è inattesa, o incongruente. Le parole in fine frase traggono vantaggio dal contesto semantico, fissato nella parte precedente. Quelle ad inizio frase non sono vincolate da alcun contesto e si riflettono in una N400 di maggiore ampiezza. Sembra che le minime variazioni del flusso elettrico cerebrale, in specifiche aree trasportino informazioni che come possono essere interpretate da un esperto, così possono essere fonti immediate di dati da parte della mente soggetta ad indagine. Il flusso elettrico cerebrale, le sue variazioni nell'ambito di specifiche funzioni, la sua durata e la sua posizione spaziale nel cervello sono informazioni utili ed estrapolabili dalla mente che individua le cause in modo creativo, automatico e preciso. Ciò in base ai processi legati alla meccanica quantistica, uno dei quali sarebbe il fenomeno della **contemporaneità assoluta**. La ricerca di Weber-Fox C.M. & Neville H.J. (1996), metteva in evidenza un fatto importante. Nei gruppi di bambini dai 4 ai 10 anni c'era una negatività non lateralizzata in rapporto all'errore sintattico. La negatività era molto simile alla N400 e in parlanti relativamente tardivi, sembrava indicare che l'analisi della struttura sintattica fosse collegata ad un sistema lessico-concettuale. Ciò provverebbe che lessico mentale e grammatica mentale si appoggiano a due diversi sistemi di memoria. Inoltre, sembrerebbe che l'ampiezza della N400 sia inversamente proporzionale con l'avanzare dell'età. Nei casi di malati di Alzheimer, la N400 sarebbe molto alterata. Viceversa, nei bambini al di sotto dei 4 – 5 anni di età, la N400 non sarebbe chiaramente evidenziabile, nei test dove è possibile usarla. Questo aspetto sarebbe da collegarsi con i molteplici processi legati alla plasticità cerebrale, in particolare intorno ad una età critica che nella specie umana è

intorno ai 4 – 5 anni di vita. In ultima analisi, la N400 indica la presenza di Chaos nella mente. Quanto più ampio è il parametro della N400, tanto più esteso è il transitorio Chaos mentale. Alcuni di questi concetti si ricollegano al prossimo paragrafo.

### **10) Omeostasi cerebrale e plasticità cerebrale.**

La maggior parte degli studi riportano che i bambini abbiano dei moduli cerebrali innati che permettono loro alcuni tipi di attività metapsicologiche, a volte alquanto complesse. Questi Autori affermano che lo sviluppo infantile sia caratterizzato da un ricco repertorio di conoscenze innate ed organizzate secondo domini cognitivi distinti, denominati *domini di base*. Altri ritengono che solo nell'infanzia siano possibili alcuni tipi di attività mentali in grado di estrinsecare una certa maturità.

Al di sotto dei quattro anni, il bambino fallisce nei compiti della falsa credenza. Ciò fa pensare che alcune strutture corticali non siano in grado selezionare credenze dotate di un contenuto vero e reale. In questo stesso periodo, cioè tra i quattro ed i cinque anni, nella specie umana avvengono numerose ed importanti modificazioni cerebrali, dal punto di vista morfologico e strutturale. Queste radicali modificazioni sarebbero indispensabili alla maturazione cognitiva e permettono l'emergenza di una mente adeguata a rapportarsi col mondo circostante. Anche se alcuni moduli mentali sono innati, altri si formeranno e si consolideranno durante le fasi ultime della corticogenesi. Nella specie umana, la densità sinaptica della corteccia frontale raggiunge l'apice verso i cinque anni di vita, Rappoport S.I. et al., (1999). Fenomeni analoghi avvengono in altre aree corticali nello stesso periodo di vita, Braitenberg V., (2001). La ricerca di Paus T. e coll. (2001), sembra interessante da questo punto di vista, sottolineando che il periodo critico di sviluppo cerebrale avvenga intorno ai cinque anni di vita, nell'Uomo. Con la MRI in uno studio su un gruppo di infanti, ragazzi ed adolescenti, Paus T.(2001), ha osservato che la materia grigia cerebrale ha il massimo sviluppo intorno ai cinque anni. La materia bianca ha crescita più lenta e completa la maturazione intorno al ventesimo anno. In corrispondenza di questi complessi fenomeni della corticogenesi, Kuang-Lin Lin e coll. (2007) hanno rilevato i picchi delle onde sistoliche e diastoliche, la velocità media sanguigna ed il volume totale del sangue nelle arterie cerebrali maggiori, nelle due carotidi interne e nella basilare. Gli Autori hanno effettuato le ricerche con la sonografia Doppler su un gruppo di sessanta ragazzi sani – dai quattro ai sei anni di età - di entrambi i sessi e in età scolare. I risultati portano a concludere che non esistono differenze significative tra i due sessi e che intorno ai cinque anni di età c'è un chiaro incremento degli indici pulsatili, di resistenza e del volume totale del sangue, sia a livello carotideo che della basilare. Ai sei anni di età come a quattro anni, questi indici sono inferiori.

Nell'Uomo intorno ai cinque anni di vita, la stabilizzazione del flusso sanguigno encefalico favorirebbe l'incremento della densità sinaptica, in particolare nelle varie aree corticali. Importanti strutture anatomiche e fisiche di regolazione oltre a sostanze chimiche specifiche mantengono costanti i seguenti parametri: fluido cerebro spinale, flusso e volume sanguigno cerebrale, pressione intracranica (ICP). Singolari affinità esisterebbero con la sintomatologia collegata all'autismo. Nella specie umana, alterazioni di CBFr potrebbero compromettere la normale corticogenesi, in particolare nei lobi frontali intorno ai cinque anni di età. Takashi Ohnishi et al. (2000) hanno rilevato il quoziente di perfusione cerebrale in ventitrè ragazzi autistici mediante la tomografia computerizzata ad emissione di positroni. Nei soggetti autistici, c'era correlazione tra alterazioni del flusso sanguigno cerebrale regionale (CBFr) e la sintomatologia legata all'autismo. Il CBFr risultava alterato bilateralmente nell'insula, nel giro temporale superiore e corteccia prefrontale sinistra. Nelle stesse regioni, c'erano indici di perfusione cerebrale alterati. Anomalie nelle regioni frontali e temporali in soggetti autistici sono evidenti anche mediante EEG e SPECT. Negli autistici, Dawson G. e coll. (1995) hanno rilevato quadri anomali di EEG nelle regioni frontali e temporali. George MS et al. (1992), Mountz JM et al. (1995) con la SPECT hanno mostrato anomalie nelle omologhe regioni frontali e corticali nei soggetti autistici.

CBF: flusso sanguigno cerebrale.

CBFr: flusso sanguigno cerebrale regionale.

ICP: pressione intracranica.

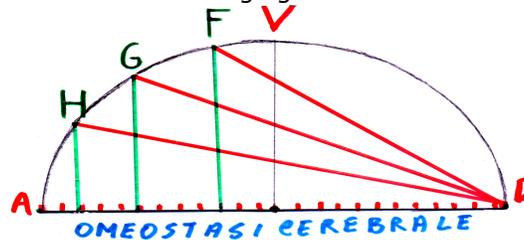
CSF: liquido cerebro spinale.

MAP: pressione arteriosa media.

CPP: pressione di perfusione cerebrale.

L'effettiva pressione di perfusione cerebrale è data dalla differenza tra pressione arteriosa media (MAP) e ICP (pressione intracranica). Il termine usato è pressione di perfusione cerebrale (CPP):

$CPP = MAP - ICP$ . Il cervello non tollera la ipo - iperfusione; necessita di un flusso sanguigno costante su una larga gamma di pressioni arteriose medie, indicate col termine di autoregolazione. Vedere anche la **fig. 9** con le spiegazioni connesse: parallelismo tra le forze che regolano la formazione degli osteoni e quelle dei moduli cerebrali. In conclusione del presente capitolo, possiamo affermare che le radicali trasformazioni vascolari cerebrali e quelle che riguardano la corticogenesi predispongono alla maturazione delle attività metapsicologiche del bambino, avviandolo verso facoltà mentali complesse. Nei soggetti autistici, esistono alterazioni più o meno accentuate rispetto alla media, per quanto concerne la distribuzione delle arterie cerebrali e del relativo flusso sanguigno arterioso.



**FIG 5**

**AD = omeostasi cerebrale.**

1. AD è un segmento graduato ed indica il grado di omeostasi cerebrale del cervello umano.
2. HD è il segmento che indica il grado di complessità e la dimensione frattale (FD) del cervello di *Homo sapiens sapiens*. Fernández E. et all. (1994) affermano che la dimensione frattale può essere un parametro per quantificare la complessità dei bordi di un neurone.
3. GD indica il grado di complessità di un cervello appartenente ad un individuo schizofrenico.
4. FD è il grado di complessità (possono esistere isole cerebrali con alta complessità) di un individuo autistico.
5. Le perpendicolari colorate in verde che da H, da G, e da F cadono su AD indicano la dimensione media del Chaos presente all'interno della struttura cerebrale. Il sistema frattale cerebrale si frapponne tra Chaos ed ordine (omeostasi). La perpendicolare tracciata dal punto H su AD indica un basso livello di Chaos. Quella dal punto G su AD indica livello medio di Chaos e quella dal punto F su AD implica un livello alto di Chaos.

La fig. 5 è uno schema finalizzato ad evidenziare i rapporti diretti che possono esistere tra Chaos, omeostasi e sistema modulare frattale del cervello. La creatività umana si collocherebbe in una zona più o meno equidistante tra i punti H e G. Interessanti dati provengono da approfonditi studi statistici, circa strane correlazioni tra autismo e schizofrenia. Tutta la gamma dei disturbi autistici, a prescindere dall'età o dalle capacità, potrebbe essere circa l'1% della popolazione totale, un valore molto vicino a quello rilevato per la schizofrenia, come affermato da Frith Uta, (2009). *Homo sapiens sapiens* ha la maggiore concentrazione di sostanza grigia cerebrale rispetto alla Scimmia, Elefante e Delfino. Di conseguenza, ha la maggiore FD, tra i mammiferi.

Maraffa M. & Meini C. (204) dicono che forme deboli d'incapsulamento modulare a livello corticale avvantaggerebbero la creatività. La teoria del Chaos indica che i sistemi di auto-organizzazione funzionano con maggiore creatività ai margini del Chaos, uno stato frattale che si pone al limite tra ordine e disordine. Per un sistema che si auto-organizza, lo stato di massima creatività starebbe in una zona limite (tra ordine e Chaos). Un sistema di questo tipo essendo finemente bilanciato, è precario ed è relegato in uno stato pericoloso, in equilibrio tra ordine e disordine. Horrobin DF (1998) e (2001), afferma che la schizofrenia è ciò che ci caratterizza come esseri umani.

**11) Principio di simultaneità  $\Phi$  mappe corticali e meccanica quantistica.** Le mappe corticali hanno come intrinseca caratteristica la *simultaneità* temporale. Due eventi, o due aspetti di una stessa mappa corticale sono simultanei e non sono separati né spazialmente e né dal punto di vista temporale. Una mappa corticale è di per sé un evento spazio-temporale unico, pur contenendo numerosi eventi, aspetti e rappresentazioni concettuali diversi tra loro. Come evento spazio-temporale unico, una mappa corticale è rappresentabile con la seguente formula da me medesimo elaborata:

$$\Phi = \Sigma \bullet \Psi$$

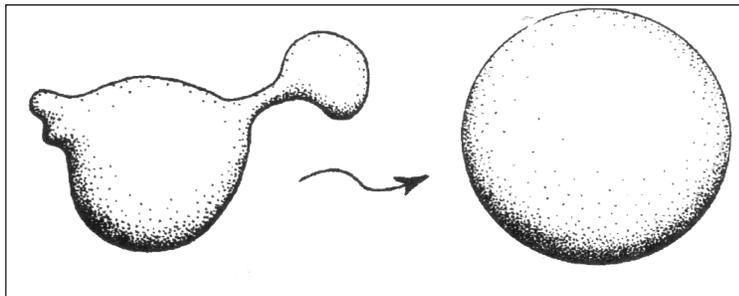
Dove  $\Phi$  = mappa corticale prodotta da una determinata area della corteccia cerebrale, in un determinato istante di tempo fisico. Il principio di *simultaneità* in essa presente, è indicato con il simbolo  $\Phi$ . Il principio di simultaneità  $\Phi$  si può applicare agli esperimenti di Pavlov sul cane che come sente il trillo del campanello ha una intensa secrezione gastrica (apprendimento con riflesso condizionato). Si formerebbe una mappa corticale contenente la sensazione di appetito, la raffigurazione del cibo nella ciotola e lo stimolo sonoro. La sola retina umana trasmette al cervello una quantità di dati pari a dieci milioni di bit al secondo. Le mappe corticali sono quindi molteplici e si formano e scompaiono di continuo dalla mente. Pur numerose e labili, sono esse in fin dei conti a guidare la mente nei processi di apprendimento e nelle azioni quotidiane. Gli elementi (rappresentazioni concettuali, eventi, aspetti del mondo esterno, oggetti fisici ecc.) contenuti in una mappa corticale elaborata da una determinata area della corteccia cerebrale, in un determinato istante di tempo fisico sono tra loro simultanei dal punto di vista spaziale e temporale. Il simbolo  $\Phi$  indica sia la mappa corticale prodottasi, sia il principio di *simultaneità* tra le entità in essa contenute.

$\Sigma$  = evento numero uno: un oggetto, il colore di un oggetto in movimento ecc.

$\Psi$  = evento numero due: un secondo oggetto, una sensazione, un colore di un oggetto in movimento ecc. Sia  $\Sigma$  che  $\Psi$  sono entità, eventi unici contenuti in una determinata mappa corticale, elaborata in una determinata area corticale (o di più aree corticali in collaborazione) ed in un determinato istante. Pur essendo due entità differenti ( $\Sigma$  può indicare un oggetto come una mela e  $\Psi$  un ragazzo che raccoglie la mela) non c'è separazione spaziale, né temporale dal momento che le due immagini mentali fanno parte di una stessa mappa corticale superiore. C'è annullamento spaziale e temporale. Da questo annullamento deriva il principio di *simultaneità* di  $\Phi$ .

Fig. T.

Fg. S



Una mappa corticale elaborata da una determinata area della corteccia cerebrale può essere estrapolata e deformata fino a farle ricoprire una superficie sferica. Questa superficie sferica a sua volta può essere deformata in una nuova mappa T (fig. T), conformemente identica a S (Fig. S). Il principio di *simultaneità*  $\Phi$  rimane valido per la mappa S e

per la mappa T essendo tra loro identiche, sia pur deformate dal punto di vista spazio-temporale. La deformazione di S non implica aumento di *entropia* essendo i due sistemi fondamentalmente simili. Secondo H. Putnam (2003), le nostre esperienze si originano da precise mappe corticali e da rappresentazioni mentali, come le mappe S e T. Si può conoscere il mondo esterno, solo tramite eventi interni a noi stessi. La nostra percezione è sempre *indiretta*, nel senso che abbiamo la consapevolezza degli oggetti appartenenti al mondo esterno che ci circonda, ma questo tipo di conoscenza e d'apprendimento non lo esperiamo direttamente. Le nostre rappresentazioni mentali e le mappe corticali in genere non solo possono subire deformazioni, ma anche rotazioni spaziali. Gli esperimenti di Shepard R.N., (1982) e di Kosslyn S.M., (1985) dimostrano che ciò è vero. Durante le prove sperimentali, i soggetti sotto esame da Shepard R.N. potevano osservare una coppia di disegni. Si chiedeva loro se la coppia rappresentasse un'unica forma ritratta in differenti posizioni. I soggetti rispondevano di sì (c'era una effettiva rotazione spaziale di una stessa immagine disegnata). Lo sperimentatore chiedeva:

"Come hai stabilito che c'è una effettiva rotazione tra le due immagini?"

Il più delle volte i soggetti esaminati rispondevano:  
"Mentalmente, faccio ruotare una delle immagini e la sovrappongo all'altra."

Shepard cambiò le distanze angolari di rotazione tra le coppie di disegni. Alcune figure andavano ruotate solo di pochi gradi ed altre necessitavano di rotazioni spaziali molto più ampie. Shepard misurò il tempo medio impiegato dai soggetti sotto esame nel rispondere alle differenti immagini mostrate. A livello cerebrale, sarebbe dovuto accadere un fenomeno simile ad un processo di effettiva rotazione spaziale delle immagini. Se ciò fosse stato vero, i soggetti esaminati avrebbero dovuto impiegare un intervallo di tempo doppio nell'analizzare una immagine ruotata di 90°, invece di una ruotata solo di 45°. I dati sperimentali di Shepard R.N. confermarono molto bene questa ipotesi, anche in condizioni differenziate: c'era un rapporto diretto tra rotazione spaziale di una immagine, o di un disegno e l'intervallo di tempo necessario perché il cervello ne eseguisse l'analisi. In realtà, questa rotazione dell'immagine era un fenomeno interamente cerebrale. Dal momento che le immagini potevano ruotare (la rotazione dell'immagine di un oggetto presuppone l'esistenza di un particolare spazio creato al momento dalla mente), s'imponeva la necessità di una mappa interna che funzionasse da schema di paragone e fosse simile all'immagine esterna rilevata dagli occhi. Numerosi esperimenti successivi eseguiti da altri ricercatori confermarono questa teoria. Kosslyn S.M., (1982) ammise che esistesse una specie di *memoria di transito visiva* in grado di eseguire trasformazioni, deformazioni e rotazioni di rappresentazioni mentali tramite processi che sono fortemente immaginistici, o per usare i termini di Kosslyn: *quasi pittorici*. Kosslyn S.M. dice che questi tipi di esperimenti dimostrano che le immagini vengono ad essere assemblate per una esposizione mentale interna con modalità simile alle immagini bidimensionali che si formano su un tubo a raggi catodici, su uno schermo di computer, o televisivo. Queste immagini catodiche possono formarsi a partire dai *file* della memoria di un computer. A livello cerebrale, queste *immagini simil catodiche* una volta che sono state fissate sullo schermo interno (una specie di schermo mentale), possono essere esaminate da gruppi neuronali superiori, essere ruotate o deformate, a seconda delle finalità che il soggetto in questione si propone. La rotazione, la deformazione e lo spostamento delle immagini mentali avverrebbe all'interno di uno spazio virtuale (psichico) dove gruppi neuronali di livello superiore potrebbero effettuare ed analizzare queste variazioni, traendone le dovute conclusioni, in un tempo reale. Presenti in molti primati, le immagini mentali, le rappresentazioni concettuali, gli stati intenzionali e le false credenze possono essere usate per ingannare altri membri del gruppo. In certe comitive di scimmie, sono stati osservati particolari comportamenti definiti inganni tattici. Questi comportamenti non rientrano nel contesto del mimetismo e sono stati indicati come atti del normale repertorio individuale, usati con bassa frequenza ed in una situazione diversa dalla versione frequente (e onesta) dell'atto, tali da rendere probabile che un altro individuo del gruppo fraintenda il significato dell'atto, a tutto vantaggio dell'autore. Ecco due esempi significativi.

- Dopo uno scontro con un membro del gruppo, lo scimpanzè sconfitto finge di zoppicare solo quando è nel campo visivo del rivale, mentre cammina normalmente non appena ne esce. In questo modo, egli evita per parecchi giorni di essere nuovamente attaccato.
- Un babuino inseguito da un gruppo di maschi adulti del suo stesso branco che volevano punirlo, si ferma e scruta la valle come osservasse l'arrivo di pendolari più pericolosi, cosa non vera, e così devia l'attenzione dei suoi diretti aggressori verso l'eventuale, ma inesistente pericolo.
- Perché l'inganno sia tale, l'ingannatore deve indurre una *credenza falsa* comprensibile dagli ingannati. Ma per fare questo di nuovo, si deve presumere che l'ingannatore *creda* di poter ingannare, cioè che si rappresenti i suoi consimili come dotati di stati intenzionali, secondo quanto ipotizza la *teoria ingenua della mente*. Allora, se oggi ci si ritrova a dover postulare forme di rappresentazione mentale in animali privi di linguaggio, si potrebbe avanzare il sospetto che gli stati intenzionali non presuppongano necessariamente il linguaggio e che anche animali privi di linguaggio siano capaci di avere stati intenzionali.

Nella specie umana, il riconoscimento di uno stato mentale e le inferenze su di esso possono essere riferiti alla prima, o alla terza persona. Posso riconoscere di avere uno stato mentale, utilizzando questa consapevolezza nel mio ragionamento. Posso attribuire ad una terza persona uno stato mentale ed avvalermene per svolgere su di esso un ragionamento. Si hanno quattro casi possibili: riconoscimento alla prima ed alla terza persona, ragionamento alla prima ed alla terza persona. Un *meccanismo di monitoraggio* sarebbe presente all'interno della mente umana, ed uno similare sarebbe presente anche negli scimpanzè, tenendo conto dei tre esempi sopra riportati. Secondo Nichols S. e Stich S. (2001), esisterebbe un meccanismo di monitoraggio del tutto indipendente da quelli che identificano gli stati mentali altrui. *Il meccanismo di monitoraggio* assume come input uno stato mentale, generando in uscita la credenza che si è in questo stato mentale. *Il meccanismo di monitoraggio* è introspettivo, autonomo, deputato al riconoscimento dei propri stati intenzionali. Invece, l'attribuzione ad altri di stati mentali ed il ragionamento sia in prima che in terza persona si baserebbero sui meccanismi della teoria della mente.

### 12) Omeostasi psichica.

Kosslyn S.M. et al., (1982) hanno sostenuto che le immagini virtuali sia esterne (riferite al mondo esterno) sia quelle riferite all'interno del proprio corpo, oppure le rappresentazioni di dati matematici e fisici avverrebbero in forma di disegni, di figure, d'immagini strettamente **personalizzate** che servirebbero come base per successive analisi, manipolazioni ed elaborazioni mentali. Tutto ciò avverrebbe secondo precise *strategie immaginative*, elaborate nei diversi livelli cerebrali, per lo più nella neocortex. Potremmo immaginare il rapporto mente/cervello analogo a quello esistente nei computer tra software/hardware. I due sistemi sarebbero però diretti da **CFS** (vedere più avanti). **CFS** sarebbe intesa come entità scalare ed aperiodica, sussistente a se stessa e collegata tramite il cervello col mondo esterno. Alcuni parametri di **CFS** sono non lineari come i rapporti tra  $(\alpha \ \beta \ \gamma) / t [(x \ y \ z)]$ . Cioè, tra reti neuronali corticali, le coordinate spaziali cartesiane ed il tempo, non c'è linearità all'interno di **CFS**. Nell'equazione non lineare, ci sono mutamenti sia di ordine, sia di grado.



Come sofisticati software ed hardware, il funzionamento cerebrale umano, gigantesco fenomeno di rete, implica la presenza di una regia terza: **CFS**, che è la derivata di un complesso sistema computazionale, ma preesistente a tale sistema, anche se ciò è illogico. L'esperienza cosciente del conoscere, dell'agire e dell'essere connesso col mondo esterno parte come questione interna, ma è catapultata con immediatezza all'esterno tramite **CFS**. Tenendo presenti le teorie di Kosslyn, Shepard e di Putnam ho eseguito il seguente schema.

1. ASPETTI DEL MONDO ESTERNO (informazioni visive, olfattive, acustiche, informazioni in riferimento all'apprendimento). Apertura verso gli aspetti del mondo esterno.
  - 
  - 
  -
2. ELABORAZIONE CEREBALE delle informazioni visive, olfattive, acustiche, informazioni in riferimento all'apprendimento.
  - 
  - 
  -
3. IMMAGINI MENTALI DI SECONDO TIPO delle informazioni visive, olfattive, acustiche, informazioni riferite all'apprendimento. Queste immagini mentali sono arricchite di un tipo di tempo psichico e di valori (*qualia*). Elaborate dal cervello, queste immagini mentali potrebbero collegarsi alla memoria da lavoro dell'ippocampo.
  - 
  -

□

4. INFORMAZIONE CEREBRALE proviene dalle immagini riflesse (immagini mentali di secondo tipo). C'è azione diretta ed attiva delle immagini mentali e delle informazioni contenute nelle *immagini riflesse* sulla mente. Questo condizionamento attivo potrebbe essere uno degli aspetti dell'*inferenza inconscia* descritta da Lin, Z. (2008) e da Lin Z. ed He S., (2009). L'inferenza inconscia sarebbe guidata da **CFS**. Ci sarebbe questa sequenza:

**aspetti del mondo esterno □ cervello □ immagini mentali (o riflesse) del CFS □ cervello (azione diretta).**

**CFS** può collegare la mente individuale direttamente alla conoscenza del mondo esterno, perché esso è un campo quantico speciale. **CFS** decussa l'attività delle reti neuronali nascoste collegandosi direttamente con la realtà esterna come recepita dai sensi (occhio, orecchio, olfatto ecc.). Questo tipo di decussazione immediata avviene mentre funzionano le reti neuronali intermedie (nascoste). Queste ultime (le reti neuronali nascoste) conferiscono un apporto basilare, ma supplementare di conoscenza rispetto a quella fornita da **CFS** in collaborazione diretta con la totalità della mente umana. C'è lo *schema mentale* che sarebbe una mappa neuronale con un determinato orientamento spaziale, derivata dalla materia cerebrale ed esistente in una determinata frazione temporale. C'è poi *l'immagine mentale*, risultante ultima dell'attività d'insiemi neuronali con specifiche funzioni. Ho elaborato un altro termine per spiegare la mia teoria, quello di Immagine - Informazione (Im.In.) che esiste all'interno di un teorico **Campo Fisico Speciale (CFS)** con caratteristiche similari a quello elettromagnetico di un tubo catodico. Questo campo scalare, aperiodico ed extracorticale non è rilevabile con le normali metodiche d'indagine cerebrale come la MRIf, la PET ecc. Il **CFS** (campo fisico speciale) sarebbe presente verso gli ultimi periodi di vita intrauterina e persisterebbe per l'intera esistenza individuale. Trevarthen C. (1996), affermò che i feti hanno meccanismi d'integrazione ed espressione motoria del cervello. Il **CFS** avrebbe attività pulsatoria e condizionerebbe la volontà e l'io individuale, potenziando le sue azioni, scelte ed attività cognitive. Il **CFS** guiderebbe la mente tramite un processo *d'inferenza inconscia* (Lin, Z., 2008 e Lin Z. ed He S., 2009). Il **CFS** comprenderebbe diverse altre azioni, descritte da alcuni come *l'ente critico* funzionante nei processi di apprendimento e di previsione e *l'ente politico*, discrezionale, sovrastato da una *regia di apprendimento* (Joel et all., 2002). Alterazioni cerebrali comportano la creazione d'immagini disposte in modo conduso in **CFS**, con riflessi negativi sulla mente e sulla psiche del soggetto. Nel campo quantico speciale - extracorticale due misure identiche fatte su sistemi identici di conoscenza non danno risultati identici. La densità del campo quantico **CFS** è correlata al grado d'intensità con cui la mente di un individuo si relaziona con esso. Tra mente soggettiva e **CFS** avverrebbe un processo di simmetrizzazione tramite variabili nascoste e legami all'interno di una miscela di stati quantici.

17. Come detto nelle parti iniziali, sperimentalmente si può indurre la mente umana tramite un campo elettromagnetico a creare visioni del tutto astratte dal contesto della realtà circostante. Cook C.M. & Persinger M.A (1997), applicarono l'intensità di un campo elettromagnetico sul cervello di un gruppo di volontari sani: gli scienziati dimostrarono che il campo elettromagnetico è in grado di collegarsi con la mente umana inducendo visioni di persone invisibili, in specie di santi e di altri personaggi delle religioni. Si tratterebbe di visioni mistiche. Gli scienziati dichiararono che il presupposto per la riuscita di quel tipo d'esperimenti fosse che i soggetti esaminati possedessero un sufficiente correlato neuronale, perfettamente funzionante.

Schema esplicativo: **CFS □ MENTE □ CERVELLO** (strutture cerebrali) □ **IMMAGINI** (del mondo esterno). Qualsiasi scollamento tra le quattro componenti (**CFS**, mente, cervello, immagini del mondo reale) altera *l'omeostasi psichica*.

Secondo Wilson T. (2002), esisterebbero due sistemi, uno inconscio (fondato sul comportamento non verbale), ed uno facente parte della coscienza che tenta di verbalizzare, spiegare e comunicare ciò che avviene nel sistema inconscio. Quindi, il sistema esplicativo verbale assumerebbe in ingresso le informazioni provenienti dal sistema inconscio, compiendo inferenze basate su repertori di logica e razionalità, ritenute verosimilmente accettabili.

Pur rappresentando la realtà circostante, le immagini mentali sono diverse e più ricche d'attributi soggettivi. Il loro ruolo non è passivo. La loro esistenza è reale, essendo relegate in un *campo* fisico speciale simile a quello elettromagnetico di un tubo catodico, Kosslyn S.M., (1982). Da **CFS**, partirebbe il flusso continuo, o discontinuo delle immagini e delle informazioni provenienti dal mondo circostante. **CFS** regolerebbe la mente; le fornirebbe informazioni e guiderebbe il comportamento individuale: azione attiva delle informazioni provenienti dal mondo reale. Come detto, alterazioni strutturali della materia cerebrale (dovute a malattie, disturbi di circolo, senescenza inoltrata, od altro) causerebbero una diversa conformazione spaziale, o frammentazioni nella composizione e strutturazione delle immagini mentali: immagini frammentarie, incoerenti, o caotiche. Di riflesso, il comportamento mentale sarebbe alterato, allentando le connessioni con **CFS**. Come in meccanica quantistica si parla di un'unica entità fisica: lo Spazio – Tempo, così in neurobiologia sarebbe plausibile associare fortemente le attività mentali con il campo fisico speciale, **CFS: M – CFS**.

### **13) Anelli di retroazione.**

Saalmann Yuri B. & Kastner S. (2009), hanno trovato che gli stimoli diretti al talamo visivo derivano funzionalmente da distinte vie corticali e subcorticali, in feedback (in retroazione). Al culmine del processo visivo, ci sarebbe un *anello di retroazione* formato e rinforzato da un accoppiamento molto preciso di segnali in ingresso ed in uscita. Oltre ai circuiti rientranti ed all'anello di *retroazione*, alcuni siti neuronali come il *pulvinar*, il nucleo genicolato laterale ed il talamo rafforzerebbero la consapevolezza visiva. Questi *anelli di retroazione* potrebbero essere una parte del vasto sistema *riflesso* proveniente dalle immagini mentali di secondo tipo. Gli anelli di retroazione farebbero parte integrante di **CFS**, cioè **M – CFS** (Mente + Capo Fisico Speciale).

Calcoli computazionali ed algoritmici, oltre alla quotidiana esperienza, dimostrano che la percezione visiva è un processo fondamentalmente **deduttivo** ed è ciò che alcuni definiscono *inferenza inconscia*. La consapevole quotidiana rappresentazione del mondo che ci circonda è possibile solo dopo una grande quantità di computazioni inconsce, Lin, Z. (2008) e da Lin Z. ed He S., (2009). La MRIf e metodiche similari di neuro immagine mostrano queste sconosciute attività mentali. Ciò vale anche per altre funzioni cerebrali legate alla memoria, alle emozioni ed all'eloquio. Siamo ignari di queste funzioni e le diamo per scontate. Tuttavia, nei pazienti con seri danni cerebrali, l'interazione col mondo sembra confondersi.

A partire dagli anni Cinquanta, le neuroscienze si sono interessate al sogno dopo la scoperta del sonno Rem e dopo l'osservazione che i risvegli in fase Rem permettevano al soggetto di ricordare e narrare un sogno. Date le caratteristiche fisiologiche e l'attivazione, ottenuta con la PET, di specifiche strutture in sonno Rem (tegmento pontino, amigdala, ippocampo, giro para ippocampale, corteccia del cingolo e opercolo parietale di destra) sono state avanzate ipotesi sulla partecipazione di queste strutture ai processi della memoria, costruzione spaziale, organizzazione semantica, partecipazione emozionale e narrazione del sogno. Tuttavia, di recente la ricerca psicofisiologica ha dimostrato la presenza di attività onirica in tutte le fasi di sonno ed ha formulato l'ipotesi di un *comune generatore del sogno indipendente* dalle fasi Rem e non-Rem. **M – CFS**, (Mente + Capo Fisico Speciale), perennemente attiva con le sue pulsazioni anche quando si dorme, attiverebbe e guiderebbe il tegmento pontino, l'amigdala, l'ippocampo, il giro para ippocampale, la corteccia del cingolo e l'opercolo parietale di destra nell'attività onirica. Hillian J. (2003 ) dice che le persone che si vedono nei sogni sono *personae*, maschere, nella cui cavità è presente un *numen* (un dio). Non si tratta di rappresentazioni (*simulacra*) del loro sé vivente, non fanno parte della persona che sogna. In molti sogni omerici, il dio o *eidolon* (immagine) appare al sognatore nelle vesti di un amico vivente. Tutte queste immagini oniriche (Hillian le attribuisce alla presenza di un dio) sarebbero espressione di **M – CFS**, (Mente + Campo Fisico Speciale).

**M - CFS** □ INSIEME NEURONALE: tegmento pontino, l'amigdala, l'ippocampo, il giro para ippocampale, la corteccia del cingolo e l'opercolo parietale di destra □ SOGNO.

La psicoanalisi è interessata al significato del sogno e alla possibilità d'inserirlo nel contesto della relazione analitica, collegandolo alla storia affettiva del sognatore e al *transfert*. Pertanto, il contributo della psicoanalisi al sogno si differenzia da quello dato dalle neuroscienze, interessate a conoscere quali strutture siano coinvolte nella produzione del sogno e come questo evento può organizzarsi ed essere narrato. Con la PET, MRI, MRIf ed altre metodiche similari, le neuroscienze non possono evidenziare le immagini mentali come noi effettivamente le percepiamo (come la mente le percepisce) che sono in ultima analisi reali e sovrapponibili a quelle che arrivano ai nostri occhi. Queste speciali immagini mentali facenti parte di **M -CFS** devono comunque esistere ed essere relegate in un particolare stato della dimensione spazio temporale. Alcuni dicono che sarebbe necessario un allargamento significativo dell'ontologia delle scienze fisiche per riuscire a spiegare i fenomeni della coscienza. Ripeto: sarebbe il **M - CFS** a guidarci nelle nostre azioni e scelte quotidiane. Alcuni fenomeni mentali inaccessibili all'indagine scientifica ed inspiegabili sono la parte della Mente integrata con **CFS**.

#### **14) Arte Neolitica.**

Nella loro creazione, gli artisti del Neolitico che dipingevano animali sulle pareti delle caverne furono del tutto condizionati dal **M - CFS**. L'azione diretta di **M - CFS** sulla creatività artistica sarebbe chiaramente deducibile dalle immagini rupestri del Neolitico. In quella remota epoca, si può presumere che un artista dipingesse sorretto da un preciso schema mentale, collegato a dei ricordi. Forse, però andava oltre. Creava con immediatezza una immagine estrapolata dalla realtà del mondo circostante ed a questa fedele, senza l'apporto dell'inconscio.

ARTISTA del Neolitico □ REALTA ESTERNA

Il simbolo □ indica l'esistenza di un *ponte mentale* tra l'artista e la realtà esterna, dipinta sulle pareti di una grotta. Tramite il *ponte mentale*, l'artista del Neolitico si riallacciò direttamente ad un tipo di realtà atemporale. Potè immaginare un bisonte che brucava erba, sia in un passato prossimo (in una bella giornata di primavera), sia nel presente (il bisonte che brucava erba davanti alla grotta dove stava dipingendo), sia in un'epoca più o meno remota. L'artista del Neolitico in questione dipingeva libero dall'apporto dell'inconscio e del suo potere. L'immagine di bisonte dipinta sulla roccia coincideva con quella che l'artista del Neolitico osservava in tutte le sue angolazioni, quando gli animali pascevano erba. Al contrario di Magritte che affermava *questo non è una pipa*, l'artista del Neolitico affermava con la sua pittura: *questo è un bisonte*. Il ponte mentale tra l'artista del Neolitico e la realtà esterna avveniva tramite il campo quantistico **CFS**, parte integrante della sua mente. Tramite il ponte mentale di connessione diretta con la realtà, la conoscenza del mondo poteva ampliarsi, selezionando ciò che si voleva conoscere e rappresentare, escludendo ciò che si voleva ignorare. Nell'artista del Neolitico, è presente una forte prospettiva in prima persona, l'esperienza di essere diretti ad un oggetto, ad un animale della selvaggina (un bisonte). La consapevolezza soggettiva, nel senso di avere una prospettiva essendo rivolti al mondo in modo diretto, è il punto di origine dell'immagine corporea (in un determinato momento di tempo) a cui si aggiunge l'esperienza del controllo attenzionale.

Si può dire che nelle pitture del Neolitico c'è scissione tra l'io e l'inconscio. Nei dipinti rupestri del Neolitico, non c'è rappresentazione simbolica. L'artista rappresenta l'immagine per esempio, di un bufalo. E' l'immagine formatasi nel suo cervello come fotografia della realtà senza attributi personali, sentimenti, allegorie. Nel Neolitico, è probabile che i dipinti nelle grotte avvenissero durante lunghe giornate di cattivo tempo, durante forti piogge, quando ci si riscaldava alle fiamme di un grosso falò. La grande grotta diveniva rifugio e dava momenti di distrazione per i giovani che si addentravano nei suoi anfratti. L'artista trascorreva il suo tempo di costrizione nella grotta dipingendo mandrie di bisonti e di altra selvaggina. Immagine obiettiva di un artista che estrinsecava quelle mentali. Non essendo in grado di spiegare quel tipo di maestria rappresentazionale, è probabile che i suoi contemporanei vi cominciasse ad attribuire un valore di mistica sacralità. In quella remota epoca, si può dire che solo gli elementi scultorei pervenutici (statuine della Gran Madre) avessero valenza simbolica. Le immagini rupestri dipinte sulle rocce delle caverne oscure avevano una funzione prettamente comunicativa: rappresentate i bufali al pascolo ed altri animali da selvaggina. Funzione comunicativa di rafforzamento dei ricordi sulle mandrie ed altri animali, oggetti di caccia.

Chiaramente mancano elementi che facciano pensare a credenze magiche. Questa visione del mondo diretta ed ancestrale andò evolvendosi. Avere una mente significava avere un'anima, un secondo corpo etereo. La mitica idea di un corpo sottile indipendente dal corpo fisico e veicolo delle funzioni mentali superiori, come l'attenzione e la cognizione, si ritrova in molte epoche ed in molte culture diverse, come nella teoria pre-scientifica del *soffio vitale*. Esempi sono il *ruach* ebraico, il *ruh* arabo, lo *spiritus* latino, il *pneuma* greco, ed il *prama* indiano. Credenze antichissime che si svilupparono nei popoli Indo-europei, presumibilmente alla fine del Neolitico. Il corpo sottile era entità spazialmente estesa che manteneva in vita il corpo fisico per lasciarlo con la morte. Per Heidegger, il primigenio pensiero umano contiene intuizioni fondamentali che sono stati coperti dal pensiero successivo, logicistico e concettualistico e da tutta la storia scientifico - filosofica occidentale. Sorretta dalla fantasia, l'immagine mentale è eterea, percepita (*captata*) in modo diretto ed immediato dall'artista del Neolitico. Dal Neolitico ad oggi, la realtà psichica nei singoli individui umani si è andata sempre più accentuando ed ampliando. Per cui si può aggiungere la componente psichica al precedente schema:

ARTISTA ATTUALE □ REALTA ESTERNA  
 □ □  
 PSICHE

### **15) Schemi mentali innati.**

Secondo Nelson Goodman (1998), la natura è un prodotto dell'Arte. L'immagine è più simile ad un'altra immagine che non al suo oggetto. Un dipinto dev'essere un simbolo dell'oggetto che rappresenta e questa relazione simbolica non è generata dalla somiglianza, ma dalla denotazione, che è indipendente dalla rassomiglianza tra due oggetti. L'immagine seleziona e semplifica. L'occhio non rispecchia il dato assoluto e puro, piuttosto elabora l'apparenza frammentaria e plasmata dall'abitudine, ottenendo una rappresentazione dell'oggetto. Anche in questo caso, indispensabile nel processo creativo artistico oltre alla psiche, è la presenza di **M - CFS**.

L'immagine bidimensionale, che sia frutto della mente o prodotta su un monitor, è atemporale ed immateriale. Al presente, immagini bidimensionali viaggiano invisibili nel CyberSpace ed arrivano in tempo reale sugli schermi televisivi, percorrendo spazi inusitati, in pochi secondi. Joly M, (1999) introduce una tipologia molto vasta riferita alle immagini: immagine visiva, mentale, virtuale; immagine filmica, fotografica, immagini di sintesi prodotte al computer; immagini simboliche, oniriche...Sembra che l'immagine possa essere tutto ed il contrario di tutto: visiva ed immateriale, artificiale e naturale, reale e virtuale, mobile ed immobile, sacra e profana, analogica, comparativa, convenzionale, espressiva, comunicativa, costruttiva e distruttiva. L'immagine è come il dio Prometeo che poteva assumere ogni aspetto che desiderasse di un animale, di un vegetale, dell'acqua e del fuoco. Però l'immagine per essere tale dev'essere priva di un attributo essenziale. Per essere tale, l'immagine dev'essere priva di massa, di Spazio e di Tempo. Costruttore e assemblatore d'immagini riflesse, **M - CFS** guida la mente (mente umana + il connesso **Campo Fisico Speciale**). La mente umana non è tale nella sua interezza, senza **CFS**.

Fitch W.T. (2005), sostiene che l'Uomo ha la possibilità di costruire una quantità infinita di enunciati partendo da un numero grande, ma finito di parole. Ciò significa che il linguaggio umano non è un archivio di risposte agli stimoli dell'ambiente come affermavano i comportamentisti. Secondo lo studioso, l'Uomo ha in sé una specie di grammatica universale. Infatti, un bambino può acquisire in pochissimo tempo il linguaggio complesso degli adulti e può esprimere nuovi enunciati, mai appresi prima. I bambini nascono dunque con uno *schema innato*, un istinto del linguaggio, che consente loro di apprendere e sviluppare in piena autonomia, qualsiasi lingua. Questo *schema immato*, una specie d'istinto del linguaggio farebbe parte integrante di **M - CFS**.

Le nostre azioni sono spesso un compromesso tra la massima precisione e la più elevata velocità che sia possibile. Le azioni veloci incrementano il tasso d'errore. Spesso si percepisce

subito se si commette un errore, correggendolo immediatamente; come dimostrato da alcuni esperimenti, le ulteriori reazioni sono rallentate in contemporanea ed il cervello può evitare errori futuri. Tre regioni cerebrali sono preposte al riconoscimento degli errori ed alla loro correzione: la corteccia pre-frontale laterale, la corteccia del cingolo anteriore ed il giro (tra corteccia pre-frontale e gangli basali). Il lobo frontale allestisce una rappresentazione interna di ogni previsione, o attesa di risposta esatta, la cosiddetta copia efferente che è confrontata con la risposta in via d'esecuzione. Quando la copia della risposta da eseguire si differenzia dalla risposta effettivamente data, il lobo frontale scatena un allarme e, attraverso la corteccia pre-motoria e la corteccia motoria primaria, dà inizio ad un programma motorio di correzione d'errore. Le persone in cui la corteccia frontale è lesionata non sono in grado di distinguere tra un'azione giusta ed una sbagliata e raramente correggono gli errori. Inoltre, si riscontra una negatività da errore, durante tutte le risposte. Tra l'altro, la corteccia frontale attiva la corteccia del cingolo, dove nasce la negatività da errore. Coinvolti sono anche i gangli basali. Nel caso dell'apprendimento di parole, la parola SEDIA (ad esempio) attiva il corrispondente modello di attività neuronale. In contemporanea, anche il modello simile (TAVOLO) (che comporta un processo di similitudine) si attiva (SEDIA-TAVOLO). Allora accadono due cose. Compare la negatività da errore, indice che è in atto una conflittualità sbagliato/giusto. In contemporanea, il lobo frontale si attiva per sopprimere l'informazione sbagliata che disturba. Se non ci riesce, commettiamo l'errore, indicando la parola sbagliata.

Con la MRI, Sakai K. L. et al. (2001), hanno studiato le *funzioni modulari* delle aree di Broca, Wernicke e del Giro angolare sopramarginale. Suggestiscono che le attivazioni grammaticale (GR) e sintattica (SP, spelling) – non agiscono in modo uniforme. C'è chiara dissociazione per quanto concerne il tempo di attivazione tra le varie regioni durante le funzioni linguistiche. L'area di Broca di sinistra è attivata molto tempo prima dell'omologa a destra. Gli autori concludono che il sistema linguistico umano interagisce con altri nella percezione sensoriale come con la memoria e l'attività cosciente in genere, così come col rimanente sistema coinvolto nella produzione di parole. Nell'eloquio umano, come Sakai dimostra, esiste il coinvolgimento più o meno in contemporanea di numerosi moduli non specifici per questa funzione. Le funzioni modulari dell'area di Broca e di Wernicke sarebbero regolate dallo schema innato descritto da Chomsky. In misura significativa, l'OUTPUT ha informazioni non riscontrabili nell'INPUT. Il sovrappiù apparterebbe ad una base di regole innate (es., la Grammatica Universale) che determina a priori le strutture grammaticali possibili, Chomsky N., (1995). Nel campo della psicologia della percezione, un chiaro esempio di povertà d'input è la *costanza di grandezza*. Lo stimolo prossimale (convogliato dall'immagine retinica) varia con la posizione dell'osservatore rispetto all'oggetto osservato (stimolo distale). Ad esempio, l'immagine retinica di un oggetto si rimpicciolisce se l'osservatore si allontana e s'ingrandisce al suo avvicinarsi. Hanno sempre la stessa grandezza, ma a diverse distanze. Nel caso della *costanza di grandezza*, come nell'apprendimento linguistico descritto da Chomsky, l'output non è assimilabile all'input. Non c'è identità tra input ed output. Quest'ultimo è sottodeterminato rispetto all'input. Per questo, il soggetto percepiente deve aver apportato un contributo aggiuntivo d'informazione, operando una integrazione percettiva. Avverrebbe una *inferenza inconscia* che ingrandisce un oggetto in lontananza e lo rimpicciolisce, se vicino. Chomsky ammette che la mente abbia molte componenti innate.

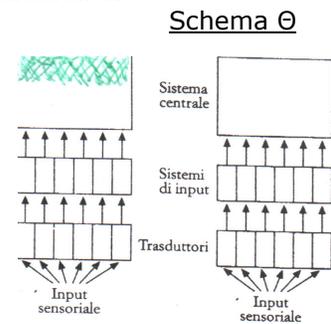
- Sistemi di conoscenze specifiche per dominio: conoscenze del linguaggio, degli oggetti fisici e del numero. La conoscenza del linguaggio si applica alle frasi ed ai loro costituenti. La conoscenza degli oggetti fisici si applica ai corpi materiali macroscopici ed al loro comportamento. La conoscenza del numero si applica agli insiemi ed alle operazioni matematiche.
- Ad un livello profondo (ad un livello superiore), ogni sistema di conoscenze è organizzato intorno ad un nucleo distinto di principi fondamentali, Carey S. & Spelke E., (1994). Secondo Chomsky, il *nucleo di principi fondamentali* apparterebbe all'inconscio. Rispetto ai dati del mondo esterno che arrivano alla mente, questo *nucleo di principi fondamentali* sarebbe impenetrabile ed immutabile. L'illusione che

deriva dal seguente disegno «—» »—« avviene anche se ci si convince che il segmento delimitato dagli angoli divergenti ha la stessa lunghezza di quello con angoli convergenti. Ciò perché la visione ignora le nostre convinzioni assunte al momento. Secondo Fodor J.A. (2000), le conoscenze applicate ad alcuni processi resistono inaccessibili alla coscienza. Ciò perché quanto più globale è un processo cognitivo tanto meno lo si comprende. Carruthers P. (2005) dice che:

- I processi cognitivi sono computazionali.
- I processi cognitivi sono locali, perché nell'esecuzione di algoritmi devono avere un accesso limitato alle conoscenze di sfondo.
- Se non sono locali, i processi cognitivi provocano un'esplosione computazionale.
- Quando non sono realizzabili dalla mente umana, i processi non modulari, od olistici non sono trattabili con computazioni.
- L'unico modo per evitare ad un processo computazionale l'accesso alle conoscenze di sfondo è l'incapsulamento (con funzioni specifiche e ristrette).

Le ricerche di Kadosh R.C. et al. (2010), dimostrano l'esistenza di neuroni con duplice funzione nella corteccia parietale umana, per la precisione a livello del solco intraparietale. Questi tipi di neuroni sarebbero specifici sia per la codificazione della quantità in astratto, sia per le rappresentazioni numeriche. Gli Autori affermano che la rappresentazione numerica dipende da processi di codificazione e la computazione dell'informazione numerica potrebbe essere astratta. Questo tipo di astrazione dell'informazione numerica avrebbe un carattere deduttivo, in relazione alla principale funzione di questi neuroni che sarebbe quella di codificare le quantità delle cose in generale. Sia il solco intraparietale di destra che di sinistra avrebbero uguale funzione nei processi di codificazione delle rappresentazioni numeriche.

Il duplice schema  $\Theta$  riproduce l'architettura modulare, secondo Fodor. Il secondo schema è di mia elaborazione con l'aggiunta nel sistema centrale, di una parte invariante, che regola e guida l'intero complesso, oltre a fungerne da matrice. Questo sistema centrale non modulare è **CFS** e comprende il *nucleo di principi fondamentali*, descritto da Chomsky N. Anche i fenomeni collegati alla *costanza di grandezza* sarebbero parte integrante di **CFS**. La parte del quadratino a sinistra tratteggiata in verde è **M-CFS**.



## 16) Insiemi neuronali e movimento.

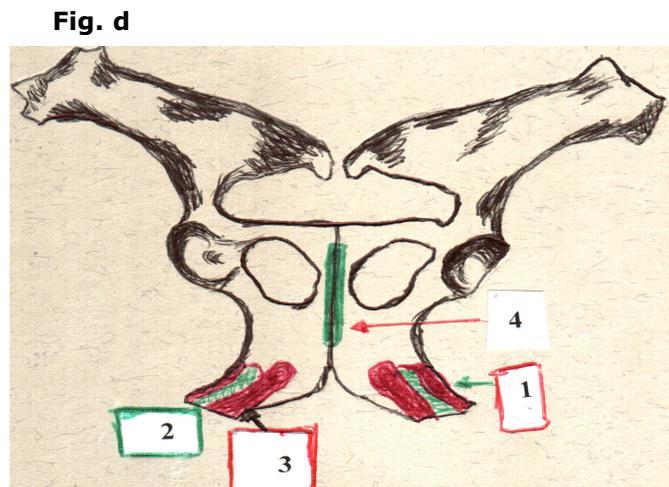
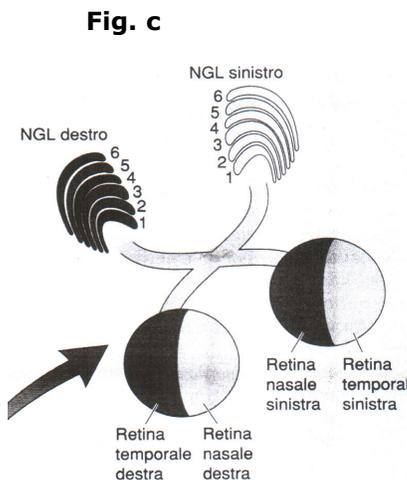


Fig. d :

- 1) Collegamenti ischiatici del muscolo lungo vasto.
- 2) Semitendinoso: collegamenti ossei (ischiatici), tratteggiato in verde.
- 3) Semimembranoso: origine ischiatica.
- 4) In verde, origine dei due muscoli (gemelli) retti mediali della coscia, di destra e di sinistra a livello della sinfisi ischio – pubica (superficie ventrale).

La figura **c** è uno schema dell'organizzazione anatomica del Nucleo Genicolato Laterale (NGL) che conferma l'ipotesi secondo cui la retina dà origine a correnti d'informazione analizzate in parallelo. Questa organizzazione regolare si riscontra anche nelle aree visive primarie ed in altri centri corticali sensitivo-motori. Si tratta di aree nervose con funzioni specifiche e modulari. C'è una strana rassomiglianza tra l'organizzazione di alcune aree corticali a geometria ripetitiva, secondo i principi della similitudine geometrica e l'origine di alcuni muscoli scheletrici, in particolare a livello del femore, dell'omero e del coxale. La figura **d** riporta l'origine in parallelo dei muscoli lungo vasto, semitendinoso e semimembranoso. Le aree di origine dei tre muscoli sono segnate in rosso, sia sulla tuberosità ischiatica di destra che su quella di sinistra. I tre muscoli in questione hanno una ordinata disposizione spaziale e funzioni simili: sono tutti abduttori della coscia. A livello della tuberosità ischiatica, come mostra figura **d** hanno inserzioni ossee in parallelo, secondo un tipo di geometria simile. Il principio di similitudine geometrica applicato agli esempi sopra descritti (NGL e origine simmetrica dei tre muscoli laterali della coscia) dice: le aree visive del NGL e le aree di connessione ossea dei tre muscoli laterali della coscia (lungo vasto, semitendinoso e semimembranoso) sono simili dal punto di vista geometrico se c'è corrispondenza biunivoca tra gli elementi dei due sistemi (le rispettive aree superficiali), ed il rapporto di segmenti omologhi ha un valore costante **L** che è il rapporto di similitudine geometrica, o scala di riduzione delle lunghezze. Il verificarsi di tale ipotesi porta all'uguaglianza di segmenti omologhi, di angoli omologhi, ad un rapporto tra aree omologhe e ad un rapporto tra volumi omologhi. Cioè, tra le aree visive del NGL sinistro, o del destro indicate coi numeri reali, da 1 a 6 è possibile il verificarsi della similitudine geometrica e quindi tra L1 (valore costante tra le aree visive del NGL di sinistra) ed L2 (le omologhe di destra) c'è similitudine geometrica. Idem, per quanto riguarda le attinenze ossee dei tre muscoli laterali della coscia, del versante di destra e di quello di sinistra. Anche qui **S1 = S2** (**S** è il rapporto dei segmenti omologhi delle **aree ossee** di attacco muscolare). C'è da dire che questa similitudine comporta anche una strana coincidenza geometrica tra aree nervose visive e superfici ossee di attacco di alcuni muscoli. Per cui si può scrivere l'uguaglianza:

$$L1:L2 = S1 : S2$$

L'origine del muscolo *lungo vasto* avviene anche a livello delle ultime vertebre sacrali e prime coccigee. L'impronta sulla tuberosità ischiatica è in effetti l'origine del muscolo bicipite femorale che si fonde col *lungo vasto*. Ciò vale anche per il semitendinoso (duplice origine: sacrale e ischiatica). Si verificherebbe un intrinseco rapporto d'uguaglianza geometrica tra le funzioni modulari delle aree visive del NGL e le aree d'inserzione ossea dei tre adduttori della coscia. Si può concludere che in alcuni casi, la similitudine geometrica tra aree simili dell'organismo vivente dipenda dall'intensità di specifiche funzioni, in questo caso tra funzionalità muscolare e nervosa, legata quest'ultima al meccanismo della visione. C'è un altro aspetto che richiama la relazione d'inclusione tra insiemi omologhi, già descritto a proposito della razza suina *Casco de Mulo* e dei tendini estensori anteriore e laterale delle falangi, negli equini. In molte specie, l'origine dei due muscoli retti mediali della coscia (quello di destra e quello di sinistra) avviene al di sotto della sinfisi ischio pubica (Fig. **d**). Avendo i due muscoli funzioni omologhe, oltre all'estensione, alla terminazione ed alla direzione anche se in versanti opposti, hanno pure medesima origine in un'unica, indistinguibile massa. Questo particolare si riflette a livello della corteccia motrice primaria dove i motoneuroni dei due muscoli retti mediali della coscia sono nella stessa colonna, ma con orientamento funzionale opposto. Dunque, i due muscoli retti mediali della coscia hanno origine, terminazione e funzioni simili, ma di senso opposto.

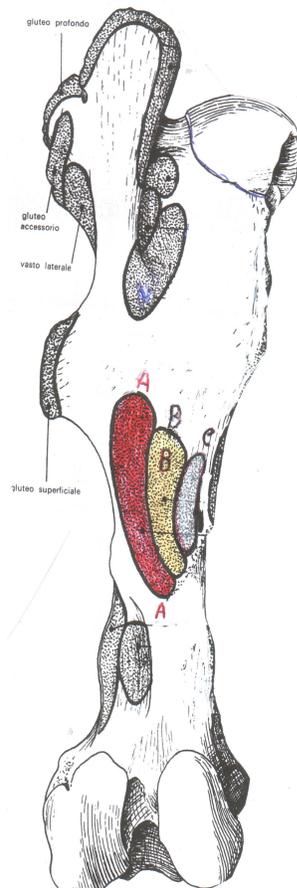
La fig. **d**, è la veduta ventrale del bacino di un cavallo con alcune inserzioni muscolari. L'area colorata verde lungo la sinfisi ischio pubica è la comune origine dei due muscoli retti mediali della coscia, di destra e di sinistra. I due muscoli sono simmetrici negli equini, dove la coscia ha movimenti di abduzione, quasi nulli. Il simbolo  $\Sigma$  indica la simmetria geometrica,

topografica e funzionale dei due muscoli retti mediali della coscia. Questa *funzione d'identità*  $\Sigma$  lascia invariate la geometria, la topografia e la funzionalità tra due muscoli omologhi, ma subisce una rotazione angolare lungo l'asse maggiore di ciascun muscolo. Per questo, a destra (retto mediale di destra),  $\Sigma$  ha il segno positivo ed a sinistra (retto mediale della coscia di sinistra) ha il segno negativo. Essendoci equilibrio tra le due funzioni muscolari, si ha:

$$\Sigma + (-\Sigma) = 0$$

E' anche applicabile la proprietà commutativa, riferita alla fisiologia ed anatomia dei due muscoli in questione:  $AB = BA$ . Identica analogia c'è nelle le mappe a livello delle colonne della corteccia motoria primaria, che mettono in azione i due retti mediali della coscia: identità spaziale, ma di segno inverso, per cui anche a livello corticale si ha:  $\Sigma + (-\Sigma) = 0$ . E' valida anche la proprietà commutativa tra motoneuroni con funzionalità di segno opposto  $AB = BA$ .

Bisogna fare le seguenti precisazioni. Il funzionamento di una macchina è lineare, secondo un meccanismo di causa - effetto. Se si guasta, è possibile identificarne l'unica causa. Invece, il funzionamento degli organismi viventi è retto da modelli ciclici di flussi d'informazione, noti come anelli di retroazione: *feedback loops*. Per esempio, la componente A può influire sul comportamento di B; B può influire su C; C può influire all'indietro su A, chiudendo in tal modo l'anello. La proprietà commutativa riferita ai due muscoli retti mediali della coscia, di destra e di sinistra ha una limitata validità all'interno di un vasto complesso: l'organismo vivente. Tuttavia le identità anatomiche, morfologiche e fisiologiche sopra descritte, conformandosi e rafforzando un ordine superiore, facilitano il verificarsi dei *feedback loops*. Nella corteccia motoria primaria, assenze di sincronizzazione neuronale alterano la funzionalità di gruppi muscolari omologhi. Nella Scimmia, come nei pazienti umani, lesioni del *putamen* inducono distonia, alla stessa stregua delle manipolazioni farmacologiche sul sistema dopaminergico. Inoltre, alterazioni del sistema GABA - ergico che controlla il tono muscolare comportano la comparsa dei sintomi della distonia. Anche la distruzione massiva delle informazioni propriocettive coinvolgenti i nuclei della base ed aberranti stimoli sensitivi che interferiscono sul controllo motorio causano comparsa di distonia. Considerando che l'area motrice supplementare sia il principale bersaglio delle proiezioni dei gangli basali all'interno delle funzioni motorie, Guehl D. et al., (2009) propongono un modello di distonia in cui una eccitabilità anormale, associata ad alterazioni degli stimoli provenienti dai recettori sensitivi all'interno dell'area motrice supplementare, altera la normale sincronizzazione tra le colonne della corteccia motrice primaria. La contrazione simultanea di muscoli antagonisti accentuata da una postura anormale, come si osserva nella distonia, sarebbe una conseguenza di questa disincronizzazione intercolonnare della corteccia motrice primaria.



### Schema generale dell'organizzazione gerarchica neuronale coinvolta nel movimento corporeo.

- Corteccia motoria
- Gangli della base e cervelletto
- Aree corticali sensoriali
- Neuroni del tronco encefalo
- Interneuroni spinali
- Motoneuroni, movimento.

I regolatori del movimento quindi sono: la corteccia motoria, i gangli della base, il cervelletto, i motoneuroni e gl'interneuroni. Le mappe della corteccia motoria primaria rappresentano:

- 1) Vecchia teoria  sono la mappa dei muscoli del corpo.

2) Nuova teoria □ sono la mappa dei movimenti corporei.

La funzione della corteccia motoria è tra l'altro quella di elaborare mappe dei movimenti corporei. Per alcuni tipi di movimenti complessi, esisterebbe una regia superiore di tipo mentale, collegata direttamente col mondo esterno tramite una dimensione spaziale di tipo quantistico.

□ **Fig. f: femore di Cavallo, veduta volare (posteriore).**

Fig. f. - **A** = terminazione del muscolo grande adduttore della coscia. **B** = terminazione del muscolo piccolo adduttore.

**C** = terminazione del muscolo pettineo. I tre muscoli hanno funzioni omologhe (sono adduttori della coscia) e fanno capo a neuroni della corteccia motoria primaria, tra loro attigui. C'è correlazione spaziale e geometrica tra le aree femorali A, B, C. Questa correlazione corrisponde ad una disposizione spaziale omologa all'interno della colonna della corteccia motoria dei neuroni preposti alla contrazione dei tre muscoli in questione (grande, piccolo adduttore e pettineo). C'è da dire che le tre aree femorali (A,B, C) hanno disposizione perpendicolare, come l'asse del femore a riposo. Invece le aree visive del NGL sono orizzontali. Ciò non inficia la correlazione geometrica e funzionale descritta a proposito dei tre adduttori della coscia. Durante il movimento, il femore di Equino ha una oscillazione antero-posteriore. Anche questo particolare non inficia le similitudini descritte. Nel caso specifico dei tre adduttori, la dipendenza geometrica (similitudine geometrica) indica che può esserci solo funzione sincrona: **A + B + C** (fig. f).

Ci può anche essere *dominanza* all'interno di una funzione sincrona: **A > B + C**. La funzione di A (muscolo grande adduttore della coscia) si esplica sull'intero arto posteriore equino ed è la più potente rispetto ai due restanti muscoli, meno estesi e meno robusti. Però, l'azione sinergica dei tre muscoli esalta la funzionalità nell'ambito della cinestesia riferita al movimento generale del corpo. Non può esserci divergenza funzionale tra i tre adduttori in questione. Idem, nel **Nucleo Genucolato Laterale**. Nelle sei sottoregioni visive del NGL può esserci sincronizzazione: 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6. Può anche esserci dominanza di funzione 6 > 1 + 2 + 3 + 4 + 5. Non può esserci contrasto di funzione. Come nella funzionalità dei tre adduttori della coscia, così nelle sei sottoregioni del **NGL** la sincronizzazione funzionale, coordinando in modo ottimale le singole parti, raggiunge un migliore risultato. A livello neuronale, una precisa sincronizzazione incrementa l'impatto delle scariche neurali, favorendo successive elaborazioni congiunte del messaggio ricevuto.

Nel caso della similitudine geometrica tra i tre adduttori di destra e quelli di sinistra, **L** che è il rapporto di similitudine geometrica, o scala di riduzione delle lunghezze ha valori costanti. Più precisamente **L** (adduttori di destra) ed **L1** (adduttori di sinistra) indicano un rapporto costante tra l'azione sinergica dei tre muscoli adduttori di destra con quelli di sinistra. Inoltre, esiste un rapporto proporzionale diretto tra le scale di riduzione delle lunghezze tra i tre muscoli adduttori di destra nel loro insieme e quelli di sinistra nel loro insieme. Omologo ragionamento si può fare per le sei aree del **Nucleo Genucolato Laterale** di sinistra, rispetto alle sei di destra. Questi rapporti costanti implicano una disposizione spaziale specifica collegata a specifiche funzioni. **Ci sarebbe identità stretta tra geometria frattale e funzione tissutale.** A livello evolutivo, nei delfini, mammiferi acquatici, le aree corticali motrici dei muscoli degli arti sono quasi scomparse. Nei delfini viceversa, sono molto sviluppate le aree corticali motrici che regolano le contrazioni dei muscoli lunghissimi dorsali. Il controllo motorio sarebbe in ultima analisi diretto da **CFS**, campo fisico speciale, extracorticale, aperiodico contenente immagini mentali ed informazione universale. I sistemi aperiodici, in genere, si ripetono quasi, ma mai in uno stato stazionario. Sistemi che si ripetono quasi, ma mai in modo del tutto identico non hanno stato stazionario. Si tratta di sistemi **aperiodici**, più avanti si ritornerà su quest'argomento. Bisogna fare una distinzione tra movimento e controllo motorio. Il movimento è una modificazione della posizione del corpo, o di alcune sue parti nello spazio. Il controllo motorio è l'insieme delle funzioni fisiologiche e psicologiche che la mente ed il corpo fanno per governare postura e movimento. In riferimento ai muscoli scheletrici, c'è il movimento se il motoneurone effettore induce una variazione di lunghezza e di tensione di un muscolo. Motoneuroni di una stessa colonna corticale hanno influenza sulla sinergia di muscoli attigui. La sinergia muscolare è la risultante della cooperazione di più muscoli coinvolti in uno



A1 – A2 – A3  
**A3**

A1 – A2 – A3

A1 – A2 – A3

**A1 – A2 –**

Modello d'interazioni funzionale tra SMap e M1.

MT = stimoli dalla zona talamica motrice.

PF = stimoli dalla corteccia pre-frontale.

PI = impulsi propriocettivi, sia dalla corteccia somato-sensitiva primaria che dalle regioni sottocorticali.

SMap = area motrice supplementare propria.

**M1** = corteccia motrice primaria.

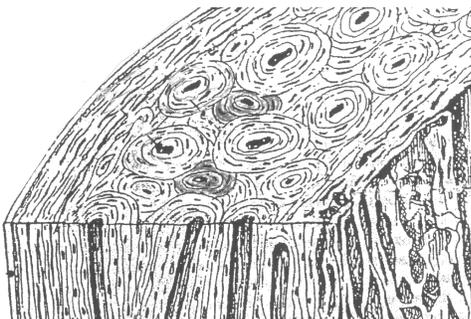
A1 – A2 – A3 = colonne corticali che agiscono su motoneuroni di muscoli antagonisti. Nel soggetto normale, l'unica freccia da SMap verso **M1** indica la funzione eccitatoria. Nel prospetto, le tre frecce da SMap verso **M1** indicano azione inibitoria (azione normale selettiva sui muscoli antagonisti). In condizioni normali, alcuni neuroni SMap controllano una serie di neuroni **M1** coinvolti in un'azione sinergica, mentre neuroni **M1** coinvolti in un'azione antagonista sono controllati da altri neuroni SMap. Nella distonia, c'è un incremento di stimoli afferenti propriocettivi, di afferenze talamiche e di stimoli che partono dalla corteccia pre-frontale, in correlazione alla disfunzione di SMap (ho inserito numerose frecce per indicare il tipo di azione anomala). La conseguenza è che un ridotto controllo selettivo sui neuroni M1 danneggia l'armonica contrazione muscolare. Infatti, caratteristica della distonia è l'assenza di un'armonica contrazione tra muscoli antagonisti. In riferimento alla precedente formula sull'azione dei due muscoli retti mediali della coscia negli equini, in caso di distonia, non essendoci equilibrio tra le due funzioni muscolari, si ha:

$$\Sigma + (- \Sigma) = \# 0$$

Dove il simbolo # indica un risultato diverso da 0. Di conseguenza, non è neanche applicabile la proprietà commutativa riferita alla fisiologia ed anatomia dei due muscoli in questione: AB = BA, ma si ha AB *differente da* BA.

### **17) Circolazione cerebrale ed omeostasi cerebrale.**

Il settore perisilviano anteriore sulla parte anteriore della scissura di Rolando ha strutture responsabili del ritmo e della grammatica del parlato. I nuclei basali sinistri fanno parte integrante di questo settore, come del settore perisilviano posteriore. L'intero settore è fortemente associato al cervelletto. Sia i nuclei basali, sia il cervelletto, hanno proiezioni da un'ampia gamma di regioni sensoriali della corteccia e restituiscono proiezioni dalle aree motorie. Questo dato è importante se si tiene conto che il cervelletto è l'organo regolatore delle attività motrici. Uzuner N. et al. (2000) hanno eseguito rilievi delle variazioni di flusso sanguigno regionale (rCBF) sulle due arterie cerebrali medie in soggetti normali, sia maschi che femmine. I rilievi sono stati fatti durante i movimenti di presa delle due mani (*hand gripping*) che comportano l'attivazione dei rispettivi centri motori corticali. Nell'arteria cerebrale media di sinistra, i parametri di velocità di flusso erano più alti che a destra in tutti i soggetti esaminati ed indipendenti dal sesso. Lo stimolo motore corticale indurrebbe incremento di velocità di flusso sanguigno in entrambe le cerebrali medie, ma più a sinistra: 64,4 cm/sec a destra e 67,9 cm/sec a sinistra in media. Ciò in accordo con la dominanza emisferica sinistra e in genere, con la teoria di Sallerian A.J. et al. (2010), sull'omeostasi cerebrale.



### **18) Forza di gravità (2g), funzionalità e struttura anatomica.**

**Fig 9**

La figura n. 9, qui di lato, è un disegno schematico di un osso compatto. L'osso compatto ha la funzione di sorreggere il peso del corpo ed è formato da una serie di strutture a forma cilindrica, come piccole colonne e dette

*osteoni*. Intorno ad osteoni completi, ce ne sono altri incompleti. Questa differenza strutturale all'interno delle ossa lunghe, tra osteoni completi ed incompleti (due di essi sono evidenziati con la penna nera) dipende dall'intensità delle forze di gravità, distribuite all'interno della componente ossea e correlate al peso ed ai movimenti corporei. Dove queste forze sono più intense si hanno osteoni completi a danno di quelli circostanti. In un sistema a geometria frattale, ad invarianza di scala, esistono forze che li determinano, li regolano e stabilizzano. Questi sistemi al limite tra ordine e Chaos, contengono strutture autosomiglianti, alternate ad altre dalle dimensioni non ben determinate come gli osteoni parzialmente formati e frammentati ad altri completi. Aspetti analoghi sono presenti nella citoarchitettura modulare cerebrale dove il predominio di alcuni moduli sui contigui avviene in base alla loro funzione, o meno. Entrambi i campi corticali destro e sinistro hanno assemblaggi neuronali con **associazioni scalari multiple** (autosomiglianti e con invarianti parametri di scala). E' probabile che nello spessore delle ossa lunghe, lo sviluppo completo di alcuni osteoni ed incompleto di altri, avvenga nei primi periodi di vita quando l'animale o il bambino cominciano a camminare cogli arti. Questo rimodellamento dovrebbe continuare per tutta la vita, ma con minore intensità. Un fenomeno simile si osserva in riguardo alla struttura delle colonne di dominanza oculare, nell'area 17 della corteccia visiva. Questa struttura può essere molto modificata dall'esperienza nel corso di un periodo critico precoce. Se si chiude un occhio nel periodo critico, le colonne deputate a quell'occhio si riducono e quelle deputate all'occhio rimasto aperto si espandono. La possibilità di modificare le colonne di dominanza oculare è limitata ad un periodo relativamente breve, immediatamente successivo alla nascita. Nell'Uomo ed in alcuni animali, è stato dimostrato che l'apprendimento può indurre modificazioni funzionali e strutturali dei circuiti corticali nel corso della vita, ma in modo limitato.

## **19) Parallelismi.**

### OSTEONI

- Stabilizzazione di struttura nei primi periodi di vita extrauterina e durante i primi movimenti di deambulazione corporea.
- Competizione tra osteoni completi ed incompleti, in base alla intensità della forza di gravità.
- Contrasto della forza di gravità (**2g**) dovuta al peso corporeo.
- Osteoni colonnari completi ed osteoni incompleti, in rapporto alle forze fisiche che si scaricano sull'osso, dovute alla statica ed al movimento corporeo.

### MODULI DELL'AREA 17 – CORTECCIA VISIVA

- Stabilizzazione nei primi periodi di vita extrauterina.
- Stimoli luminosi sulla retina ne migliorano la funzionalità.
- L'attivazione fisiologica del nervo ottico ne migliora la funzionalità.
- Incremento delle colonne di dominanza oculare in rapporto alla funzionalità locale.
- Competizione plastica tra le colonne di dominanza oculare (o di altra dominanza), in base alla fisiologia dell'area di appartenenza.

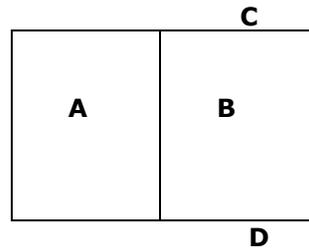
### Differenze funzionali.

- All'interno delle ossa compatte, gli osteoni hanno funzioni passive: sostenere il peso del corpo.
- Le aree nervose modulari cerebrali come l'area 17 della corteccia visiva, hanno la funzione di elaborare l'informazione visiva ( ed altrove l'informazione acustica, olfattiva, gustativa ecc.), mediante processi computazionali.

### Analogie.

Movimento corporeo. Contrasto massimale della forza di gravità (**2 g**) □ osteoni completi.  
 Attivazione retinica (presenza di onde luminose) □ incremento dei moduli dell'area 17. Nei primi periodi di vita extrauterina, fenomeni prettamente fisici come le onde luminose, o **2g** (la gravità) condizionano lo sviluppo completo da una parte degli osteoni nelle ossa compatte e dall'altra dei moduli colonnari in specifiche aree corticali.

Schema ζ



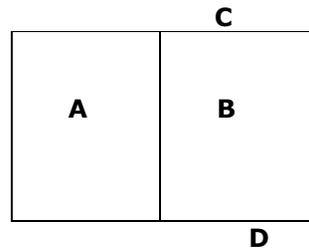
Nello schema ζ, il segmento CD indica il *limite di funzione* tra A e B.

**A = funzioni attive:** moduli computazionali cerebrali, funzioni specifiche di determinate aree cerebrali (motorie, sensitive ecc.). Una lesione di un modulo cerebrale può avere conseguenze sulla fisiologia di altri organi periferici: visione, eloquio, olfatto, attività motoria....

**B = funzioni passive:** osteoni delle ossa compatte (contrastano la forza di gravità), muscoli scheletrici. Riportiamoci alla precedente figura **F** con le terminazioni sul femore dei tre muscoli adduttori della coscia:

**A** = terminazione del muscolo grande adduttore della coscia. **B** = terminazione del muscolo piccolo adduttore. **C** = terminazione del muscolo pettineo. Una lesione parziale di A (o di B, o di C) può incidere sulla contrazione muscolare di A, riducendone l'efficienza locale e se grave può menomare alcuni movimenti dell'arto. Al contrario, il senso cinestetico che indica la posizione ed il movimento dei nostri arti e delle altre parti del corpo è prerogativa del quadratino indicato con A (Schema ζ). In riguardo al rapporto mente/cervello, lo schema ζ servirebbe da punto di partenza per un altro ragionamento deduttivo, vedi schema ζ1.

Schema ζ1



CERVELLO   MATERIA    FUNZIONI COMPUTAZIONALI  

MENTE    IMMAGINI    FUNZIONI SIMBOLICHE – RAPPRESENTAZIONI  

Il problema è quale dei due è A e quale B? Può essere che la mente è A (funzioni attive) ed il cervello B (funzioni passive).

**20) Dualismo mente – Cervello.**

Considerando il cervello come uno *strumento* adatto alla conoscenza del mondo circostante, idoneo a rapportarci col nostro corpo e con la realtà esterna, allora si potrebbe ammettere un certo dualismo mente/cervello, essendo la mente una entità che *usa* uno *strumento* particolare come la materia cerebrale. In questo caso, il segmento di separazione CD (limite di funzione) esiste.

Se c'è identità mente/cervello, CD non esiste. Per esempio, nel funzionamento di un computer, sia pure molto potente, CD non ha modo di esistere perché non c'è una *mente* intrinseca al computer. Neanche nel caso dell'intelligenza artificiale (IA), ammesso che fosse superiore alla mente umana, esiste CD. Alcuni scienziati negano il dualismo cartesiano mente / cervello e parlano del funzionamento cerebrale umano come un sofisticato computer dove l'io sarebbe una delle tante proiezioni funzionali del sofisticato congegno. E' da dimostrare l'inesistenza di assoluta identità tra ciò che consideriamo mente umana, nella sua interezza di attributi ed il funzionamento cerebrale. Se non esiste identità assoluta tra mente e cervello, se non esiste una valida dimostrazione scientifica e se l'IA non è paragonabile alla mente umana

nella sua essenza, allora c'è CD come parametro di separazione tra due distinte entità. CD indica l'esistenza di una netta divisione tra due funzioni, quella attiva dei moduli cerebrali e quella passiva di sostegno del corpo (osteoni), o della messa in movimento di segmenti ossei (muscoli scheletrici). La mente può estrapolare alcuni tipi di similitudini come nel caso delle terminazioni sul femore di Cavallo dei tre muscoli adduttori della coscia. Similitudini collegabili alla conformazione regolare delle aree visive primarie. Si tratta comunque di un'astrazione e di una comparazione mentale, vista l'esistenza in questa comparazione di CD. Ciò non esclude che la similitudine in questione non sia casuale. Sia la regolarità degli attacchi muscolari sul femore dei tre adduttori della coscia (Cavallo), sia quella delle aree visive primarie sono strettamente collegate alla fisiologia corporea. La MRI ed altre metodiche di neuro immagine attestano la presenza di specifiche mappe mentali collegate ai processi visivi. Ciò vale anche per altre funzioni cerebrali come la memoria, l'emozioni e l'eloquio. Non si sa come possano emergere queste funzioni e le si danno per scontate. In pazienti con seri danni cerebrali col cervello che non funziona bene, l'interazione col mondo sembra confondersi. Ad eccezione di un individuo con cervello normale, le interazioni col mondo sembrano strane se il cervello sbaglia nella corretta interpretazione delle informazioni ricevute, come nelle illusioni visive. Tutto ciò dovrebbe far propendere per una funzione esecutiva della macchina cerebrale, (funzioni B): schema ζ.

Amesso che esista, la distinzione tra mente e cervello presuppone la netta separazione tra la struttura cerebrale ordinata in moduli, sottomoduli, colonne e meta-moduli da una parte ed un sistema bidimensionale, disordinato, caotico dall'altra, prerogativo quest'ultimo della mente. Questo sistema dominato dal Chaos presuppone a sua volta l'esistenza al suo interno di un attrattore; altrimenti non potremmo conoscere il mondo esterno con immediatezza e non potremmo valutare ed elaborare le varie informazioni che il cervello invia alla mente. Questo attrattore del Chaos potrebbe essere la coscienza umana ed in senso lato **M-CFS**. Quanto più il sistema mentale è caotico, tanto più è grande e potente il suo attrattore.

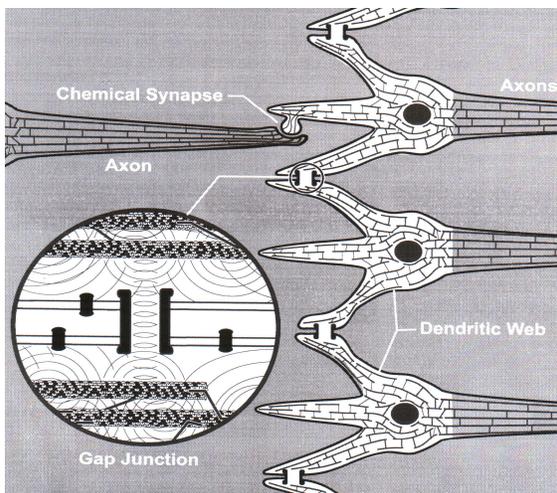
Qui di seguito ho riportato una serie di analogie col fine di approfondire la conoscenza della struttura modulare cerebrale.

1. Muscoli intercostali. Hanno disposizione metamerica e similari funzioni sulle costole dove terminano. Hanno anche origini topograficamente similari tra loro. Determinano movimenti limitati sulle costole, ma la loro funzione complessiva è vitale perché permettono l'aumento volumetrico del torace e l'inspirazione conseguente. Si può parlare di funzioni specifiche ed in senso lato modulari dei muscoli intercostali (interni ed esterni).
2. Muscoli adduttori della coscia (Cavallo): grande adduttore della coscia, piccolo adduttore e pettineo. La loro specifica funzione sulla deambulazione della coscia è esaltata dalla quasi assenza di abduzione. Le inserzioni dei tre muscoli sul femore avvengono secondo un tipo di geometria ripetitiva, ad invarianza di scala. Anche qui, si potrebbe parlare di disposizione e funzionalità modulare.
3. Nel caso della terminazione simmetrica sul femore dei tre muscoli adduttori della coscia del Cavallo (grande adduttore della coscia, piccolo adduttore e pettineo), il modulo muscolare è caratterizzato dai seguenti fattori:
  - La terminazione sul femore che è geometricamente simile.
  - Funzione omologa di adduzione della coscia.
  - Disposizione topografica simile ed in successione regolare delle terminazioni muscolari.
  - Sinergiche contrazioni nei movimenti complessivi dell'arto posteriore.
4. Nelle specie dove i movimenti di abduzione degli arti posteriori sono ampi, come nella specie umana, le inserzioni ossee dei tre muscoli in questione non sono modulari. In questi casi, i tre muscoli hanno azione di adduzione dell'arto posteriore, leggermente differenziata tra loro: *funzioni modulari non incapsulate*.

5. Si può affermare che moduli corticali motori contigui hanno corrispondenza biunivoca coi moduli muscolari contigui.

### 21) Campi quantici e Mente.

Secondo Smolin L. (2010), molti teorici della gravità quantistica credono all'esistenza di un livello più profondo della realtà, in cui lo spazio non esiste e che il suo *continuum* sia una illusione. Secondo altri scienziati lo Spazio ed il Tempo sarebbero grandezze tra loro non commutative. In questo caso, il Tempo sarebbe una dimensione diversa dallo Spazio e da questo scissa. Non ci sarebbe alcuna trasformazione dello Spazio nel Tempo e viceversa. Spazio e Tempo non sarebbero più rappresentabili tramite due segmenti convergenti ad angolo: la coordinata per lo Spazio e l'ascissa per il Tempo. Partendo da queste considerazioni che mettono in dubbio alcuni parametri della fisica classica e della meccanica quantistica, cerchiamo di spiegare alcuni meccanismi sulla trasmissione dell'impulso nervoso a livello cerebrale. Il potenziale di membrana di un neurone a riposo misura circa -70 millivolt (mV). Il neurone allo stato di riposo è polarizzato. Nello stato di riposo, più ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  sono all'esterno del neurone, mentre più ioni  $\text{K}^+$  e proteine, sono all'interno. Nella trasmissione



dell'impulso nervoso, questa differenza va riducendosi fino ad invertirsi. I repentini movimenti ionici innescano un effetto fisico relativistico, secondo la formula  $T(\text{moto}) > T(\text{quiete})$ . Le particelle ioniche che nell'impulso nervoso hanno rapidi movimenti all'esterno ed all'interno rispetto alla staticità (relativa) della membrana neuronale e rispetto ai microtubuli che attraversano la cellula, comportano una dilatazione (distorsione) temporale, sia pur impercettibile. Nella fisica relativistica, non si può mai parlare di spazio senza parlare anche del tempo e viceversa. C'è una unica entità, lo spazio - tempo. Noi non abbiamo alcuna esperienza sensoriale diretta dello spazio - tempo quadridimensionale. Si manifesta questa realtà relativistica, in tutte le situazioni in cui si

manifestano alte velocità. Le interazioni a livello di meccanica quantistica possono essere rappresentate da diagrammi spazio-temporali, non associabili ad una direzione definita del Tempo. Di conseguenza, non esiste un prima ed un poi, non c'è connessione tra causa ed effetto. Tutti gli eventi sono interconnessi, ma non in senso della fisica classica newtoniana. Questa concezione rafforza alcune tesi di Smolin L. (2010) sul concetto di Spazio e di Tempo che sarebbero due entità tra loro scollegate. Sulla natura del Tempo, bisognerebbe investigare secondo nuovi parametri della fisica teorica e della matematica. Secondo Smolin L., alcuni fenomeni profondi della mente umana potrebbero essere chiariti effettuando una sconnessione profonda tra lo Spazio ed il Tempo. Stuart R. Hameroff, (2007) ipotizza che negli stessi microtubuli del citoscheletro neuronale avvengano calcoli non deterministici, di tipo quantistico. Nella trama dendritica corticale ricca di microtubuli, l'emergere della consapevolezza deriverebbe dalla sincronizzazione di sequenze elettriche, rilevabili con EEG. Si tratterebbe di eventi elettrici causati dalla computazione quantistica discreta, in integrazione di fase con cicli neurocomputazionali. In particolare, Stuart R. Hameroff ritiene che l'architettura del cervello di tipo neurocomputazionale esegua calcoli di computazione di livello quantistico. Queste funzioni sarebbero effettuate dai microtubuli contenuti nei dendriti corticali (ed altrove), tra loro congiunti da speciali giunzioni (GAP - JUNCTIONS), simili a quelle desmosomiali, ma presenti solo nel cervello. Solo i dendriti neuronali avrebbero una polarità mista: corti microtubuli interconnessi con direzione antiparallela, con un contingente ordinato di altre microfibre intracellulari ed extracellulari. Lo schema  $\Psi$  è stato estrapolato dal lavoro di Hameroff e mostra i dendriti ed i corpi neuronali connessi da GAP-Junctions dendritiche - dendritiche, all'interno dell'architettura neurocomputazionale. Queste GAP - Junctions collegherebbero con flussi elettrici i microtubuli all'interno di neuroni contigui.

#### □ Schema $\Psi$

In una vasta area corticale in attivazione, per esempio nel processo visivo, o durante l'eloquio, le micro - fluttuazioni temporali, rilevabili con la MRI e con EEG, si moltiplicano (amplificazione) tra loro, dando origine a macro fenomeni come quelli rilevati da Libet B., (1989) in alcuni esperimenti. Secondo Libet B., il ritardo temporale di circa 500 msec. intercorrente tra un evento cerebrale e l'intenzione cosciente sarebbe da collegarsi a fenomeni inconsci che precedono un atto volontario spontaneo. Lin, Z. (2008) e Lin Z. ed He S., (2009) affermano che la consapevole quotidiana rappresentazione del mondo circostante è possibile solo dopo una grande quantità di computazioni inconscie. A livello cerebrale, in particolare nella neocortex, esisterebbero diversi tipi di rapporti inter-neuronali: le sinapsi coi rispettivi mediatori chimici, le GAP junctions e i nodi di Ranvier. Tutti questi tipi d'interconnessione sarebbero governate da fenomeni elettrici. A questi differenti collegamenti in parte fisici (correnti e campi elettrici) ed in parte chimici (neuromodulatori), dovrebbero corrispondere specifiche funzioni.

#### EVENTI CEREBRALI □ ritardo temorale tra i 350 ed i 500 msec. □ INTENZIONI COSCIENTI

Questi eventi muti che precedono un atto cosciente, rilevati da Libet B. (1989) e da altri come Lin, Z. (2008) e da Lin Z. ed He S., (2009) potrebbero dipendere dalle oscillazioni quantistiche nell'attivazione di una determinata area cerebrale con migliaia (o milioni) di neuroni in attività più o meno simultanea, come la MRI può rivelare. Durante queste oscillazioni, il tempo fisico subirebbe micro dilatazioni locali che in un modo, o nell'altro influenzerebbero il funzionamento mentale, migliorandone le prestazioni. Oscillazioni quantistiche come attributi di **M - CFS**. Oscillazioni quantistiche che avverrebbero in una dimensione più profonda della realtà dove lo Spazio ed il Tempo sarebbero grandezze tra loro non commutative. La scissione profonda tra Spazio e Tempo permetterebbe alla mente di collegarsi direttamente con la realtà del mondo esterno, decussando le interazioni neuronali delle reti intermedie. Abbiamo l'impressione di vedere gli oggetti da una prospettiva visivo spaziale speciale ed immediata, come se il nostro sé corporeo fosse incapsulato dietro gli occhi. Sarebbe più realistico sostituire il sé corporeo con **M - CFS**. Precisazione: si può considerare il cervello come un super-sistema dinamico di sistemi neuronali. Ognuno di questi è composto da una elaborata interconnessione di regioni corticali e di nuclei sottocorticali, piccoli ma macroscopici composti a loro volta da microscopici circuiti locali. I circuiti locali sono fatti da neuroni, interconnessi mediante sinapsi. Cioè abbiamo:

- Neuroni.
- Circuiti locali.
- Nuclei sub-corticali.
- Regioni corticali.
- Sistemi.
- Sistemi di sistemi.

Tramite la presenza di un campo quantistico speciale, la mente potrebbe collegarsi direttamente col mondo esterno, decussando alcuni dei passaggi intermedi della complessa rete neuronale cerebrale. I circuiti intermedi servirebbero da trasporto delle informazioni esatte alla mente ed a rafforzare i collegamenti tra mente ed il campo quantico speciale dove lo Spazio ed il Tempo hanno diversa valenza, con un prima ed un poi che possono essere invertiti. Secondo Damasio R.A. (1995), il dispositivo minimo neuronale capace di produrre soggettività richiede l'attività di:

1. cortecce sensitive di ordine inferiore (comprese le somatosensitive).
2. Regioni di associazione corticali, sensitive e motorie.
3. Nuclei sub-corticali (in particolare il talamo ed i gangli basali). Queste strutture hanno proprietà di convergenza, capaci di agire come insiemi "di terza persona".

Damasio R.A. dice che nel complesso, questo dispositivo neuronale non richiede l'apporto del linguaggio, essendo la costruzione del *metasé*, puramente non verbale. Nella sua essenza, l'evento mentale perché abbia completezza assoluta, necessita di una entità accessoria speciale, attributo esclusivo di **M - CFS**.

## 22) **M - CFS.**

La mente umana è collegata alle proprietà del dinamismo cerebrale. La si può indicare come il risultato di numerosi livelli d'organizzazione neuronale. Si auto-organizza nel tempo. Tende ad assumere un equilibrio ottimale tra i suoi singoli attributi, nelle varie gradazioni e stratificazioni in un tutto unitario. Questi attributi necessitano di una entità extra indicata come **CFS**. Si è visto che nella meditazione profonda dei monaci tibetani c'è sincronia oscillatoria nello spettro delle onde gamma. Queste potenti forze cerebrali potrebbero avere la funzione di connettersi a **CFS**.

L'arco temporale tra 350 e i 500 msec. fu rilevato da Libet B. e sarebbe in relazione alla vastità ed intensità dell'area cerebrale attivata: più ampia è l'area di attivazione e più ampio sarà l'intervallo di tempo fisico tra un evento cerebrale ed il conseguente processo cosciente. Più ampia è l'area cerebrale di attivazione e più vasta è la dilatazione temporale che li accompagna. In fisica, esiste un noto effetto relativistico di dilatazione del Tempo (T) collegato alla velocità di alcune particelle mentre si muovono nello spazio. Il decadimento dei muoni in atmosfera terrestre ne è un esempio. Effetti quantistici di dilatazione del tempo fisico riguardano il comportamento di atomi, molecole e ioni in determinate circostanze. Si potrebbe obiettare che la differenza di potenziale di membrana esiste a livello di tutte le cellule animali, tranne rare eccezioni. Per esempio, a livello epatico c'è una chiara struttura frattale data dai lobuli epatici che hanno tutti più o meno la stessa forma piramidale. Intorno agli epatociti, c'è anche un potenziale di membrana. A differenza dell'epatocita, il neurone ha uno stato di attivazione, un valore numerico che corrisponde alla frequenza con cui la cellula neuronale trasmette segnali attraverso le sue sinapsi. In questo caso, c'è il segmento CD che separa nettamente le funzioni cerebrali dalle altre del corpo umano (vedere schema **ζ**). Di conseguenza, il paragone non è possibile. Lo stesso dicasi per i sistemi computerizzati che stanno alla base dell'intelligenza artificiale. Nei sistemi computerizzati non c'è il segmento CD di separazione tra funzioni attive e passive. Nel funzionamento dei computer ci sono solo funzioni passive, sorrette dalla mente umana. Nei sistemi neuronali complessi c'è una componente inedita, che è la plasticità cerebrale. Il neurone percepisce lo stato di attivazione o silente del territorio tissutale circostante ed è in grado, proliferando, d'invaderlo, in caso di funzionalità assente. Queste funzioni attive di plasticità neuronale che comportano il possibile ricambio di aree contigue non funzionanti, non sono possibili nei sistemi computerizzati. A differenza del BIT di Von J. Neumann, il neurone corticale (in modo particolare) ha un attributo aggiuntivo che va oltre la pura funzionalità cellulare. La plasticità cerebrale è un fenomeno legato alla omeostasi dell'intero cervello e manca nei sistemi computerizzati che sono statici e non orientati tra ordine e Chaos come quelli neuronali - frattali. Solo a livello cerebrale può avvenire l'analisi dell'informazione esterna - interna, mediante complesse operazioni algoritmiche. Come spiegato all'inizio di questo saggio, Haikonen Pentti O. dell'università dell'Illinois (2009), su *Cognitive Computation* (2009), spiega che le potenzialità di apprendimento e di calcolo proprie del cervello umano sono simili a quelle di un computer quantistico che utilizzi fenomeni paradossali come il collasso della funzione d'onda, o l'*entanglement*. La deformazione del tempo fisico (che non sarebbe più il tempo fisico, ma una entità che nulla ha a che fare con la fisica) potrebbe verificarsi in una determinata area cerebrale durante la sua attivazione. La mente umana potrebbe utilizzare questo tipo di evento per rafforzare alcune sue funzioni, compresa l'autocoscienza. Simili deformazioni potrebbero avvenire anche in molti mammiferi domestici, pur essendoci differenze col cervello umano. Hart B.L. et al. (2008) hanno dimostrato molto bene le differenze di concentrazione neuronale corticale nell'Uomo, Scimma ed Elefante. Nell'Uomo, questa concentrazione è molto più elevata. Perché si sviluppi intelligenza ed una mente di tipo umano sono importanti alcuni parametri qui elencati:

- Volume cranico elevato, ma non in modo eccessivo. *Homo di Neanderthal* aveva una capacità cranica maggiore di *Homo sapiens sapiens*, ma ciò non implicò una maggiore capacità intellettuale. Specie di delfini attualmente estinti dell'Eocene avevano una capacità cranica superiore a quella dei comuni delfini attuali.
- Densità neuronale in particolare a livello corticale.
- Circolazione cerebrale speciale. Solo nell'Uomo l'arteria carotide comune di sinistra si origina direttamente dall'arco aortico. Il lobo cerebrale di sinistra (come in tutti i

mammiferi) ha una maggiore concentrazione neuronale, una migliore stabilità di flusso sanguigno (regolato dal nucleo stellato), ed è dominante sul destro. Gwinnutt CL & Saha B. (2005) affermano che sebbene il volume cerebrale sanguigno sia piccolo, il flusso sanguigno cerebrale (CBF) è alto, comparato a quello di altri organi. Il flusso sanguigno cerebrale normale è circa 50 ml/100 g/min; la sostanza grigia riceve 80 ml/100 g/min e la sostanza bianca 20ml/100g/min. Ciò corrisponde a 700 ml/min, oppure al 15% della gittata cardiaca, quando per un solo organo è di solito sul 2% rispetto al peso corporeo.

- Rapporto massa corporea/massa cerebrale. Questo rapporto è favorevole all'Uomo rispetto ad altre specie come i primati, l'Elefante ed il Delfino.
- Rapporto sostanza cerebrale grigia/bianca. La sostanza grigia cerebrale è molto voluminosa nell'Uomo dove c'è una maggiore distribuzione nell'emisfero destro della sostanza grigia formatasi prima della nascita. Inoltre, il processo di mielinizzazione che avviene dopo la nascita è meno rapido a destra che a sinistra.
- Presenza dei centri del linguaggio: area di Broca e di Wernicke. L'area di Wernicke è presente solo nella specie umana.

La mente umana è entità emergente collegata da una parte con i sistemi neuronali cerebrali e dall'altra con CFS. La creatività umana deriverebbe dal grado d'integrazione con CFS. Il Q.I. può favorire questo tipo d'integrazione. L'emergenza della mente umana con tutta la carica delle sue potenzialità avviene tra le discontinuità della freccia del tempo, come i segni qui di seguito potrebbero mostrare: □°□°□°□

Dove le freccette indicano la dimensione fisica del Tempo e la sua direzionalità. I cerchietti che intervallano le frecce sono le discontinuità temporali tra le quali emerge la mente individuale collegandosi con **CFS**. C'è la superficie degli oggetti osservabile direttamente e c'è una grandezza fisica che non è possibile vedere, definita *massa*. E' la presenza della massa che conferisce volume e peso ad un oggetto. Però non è possibile osservarla. Affettando una mela si vede solo la superficie di taglio ed un pezzo di buccia. Col ragionamento logico, deduciamo che sotto la superficie dello spicchio di mela ci deve essere la massa, ma non la vediamo perché se continuiamo a tagliuzzare il frutto, sono osservabili solo le superfici di taglio. Lo stesso con l'acqua. Dalla deformazione che subisce la luce su un fondo marino limpido, deduciamo che sotto la superficie c'è massa. Lo possiamo dedurre anche pesando un litro di acqua: se pesa, il litro di acqua deve contenere massa. Adottiamo comunque un ragionamento deduttivo perché noi vediamo solo la superficie degli oggetti. Esiste un altro fenomeno fisico che evidenzia come la superficie degli oggetti sia invalicabile e rafforza la tesi secondo la quale potremmo essere in un universo bidimensionale. Bagniamo con acqua e sovrapponiamo due vetrini con superfici levigate e privi di impurità. L'acqua nell'interfaccia tra due superfici levigate impedisce ai due vetrini di staccarsi, a meno che non effettuiamo un foro su uno di essi, oppure li facciamo scivolare di lato. Un fenomeno analogo - l'adesione dei due foglietti pleurici tra i quali c'è una piccola quantità di liquido pleurico - impedisce il collasso polmonare. Se si effettua un foro tra due costole e si fa entrare aria nello spazio pleurico (pneumotorace), il polmone si rimpicciolisce diventando un moncone e la gabbia toracica si espande. La forza fisica che fa collabire i due vetrini, rendendone impossibile il distacco, potrebbe essere collegata non tanto alle forze di coesione e di tensione superficiale tra le molecole d'acqua, ma perché siamo in un universo bidimensionale che contrasta con la tridimensionalità. Dal momento che tutto ciò che vediamo (onde luminose), tocchiamo (superfici bidimensionali), udiamo (onde acustiche), odiamo (molecole piatte perché in una realtà bidimensionale) ecc., è parte di una realtà bidimensionale come l'intera materia del nostro corpo, deve esistere una entità facente parte della fisica quantistica in grado di porci (porre la mente) al di sopra della bidimensionalità e che ci permetta di osservarla e di comprenderla. Scientificamente, anche se non si ammette l'esistenza di un universo bidimensionale, comunque, non c'è un contatto diretto con la realtà. L'esistenza di uno speciale campo quantico dove Spazio e Tempo, se esistono, hanno diversa valenza (e dove forse il tempo non c'è), può catapultare la mente soggettiva nella dimensione extra bidimensionale e permetterci di conoscere ciò che ci circonda. Dal punto di vista fisico, non esiste il tempo presente. Alcune reti neuronali corticali sarebbero in grado di formulare una rappresentazione della realtà come se fosse immersa in un presente esteso, con una catena di momenti individuali, attraverso i quali consumiamo

l'esistenza. La dimensione speciale di **CFS** dove la mente individuale si proietta e crea il *presente oggettivo*.

### 23) Sistemi quantici cerebrali.

La complessità inestricabile del mondo reale, fece propendere uno scienziato sperimentale come Heisemberg ad ammettere l'esistenza di entità speciali, oltre lo Spazio ed il Tempo. Heisemberg ammise l'esistenza di astratte entità molto simili alle *potentia* di Aristotele. Heisemberg non classificò le sue *potentia* tra le realtà fisiche vere e proprie. Però le *potentia* avendo effetti rilevabili, dovrebbero nondimeno avere una qualche forma di esistenza. Le sfuggenti *potentia* di Heisemberg farebbero comunque parte della realtà che ci circonda.

Figura  $\xi$ : C = picco elettrico di potenziale a livello di uno dei nodi del Ranvier; AB = direzione dell'impulso nervoso cilindricale, o dendritico; DE = assenza di potenziale elettrico a livello delle cellule di Swann (avvolgimento mielinico). Le forze elettriche sono indicate dalle frecce.

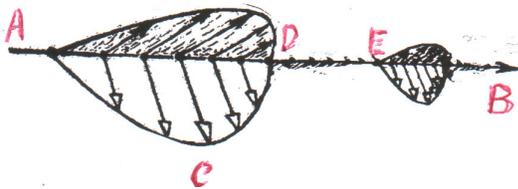


Figura  $\xi$

Possiamo così sintetizzare:  $\alpha$  = velocità ionica di membrana (flussi rapidi di  $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ), correlata alle variazioni del potenziale elettrico nella trasmissione dell'impulso nervoso di un neurone.

$\beta$  = staticità (relativa) di struttura della membrana neuronale e dei microtubuli

intracellilari.

$\alpha$  = rapporto tra due insiemi, tra due sistemi, tra due eventi all'interno dello stesso neurone.

$\beta$

Il rapporto  $\alpha/\beta$  è alla base delle micro fluttuazioni spazio temporali previste dalla meccanica quantistica. All'interno di un'area corticale in attivazione (es. l'area di Wernicke durante l'eloquio), il rapporto  $\alpha/\beta$  dev'essere moltiplicato per il numero di neuroni in attivazione. Questo numero è rilevabile con le comuni metodiche elettroencefalografiche, cioè  $(\alpha/\beta) \cdot n$ .

Secondo Churchland PM & Churchland PS (1998), l'organizzazione funzionale del cervello rappresenta il mondo con vettori di attivazione che sono schemi di livelli di attivazione su popolazioni di neuroni. L'organizzazione funzionale del cervello esegue computazioni su questi tipi di rappresentazioni, effettuando complesse trasformazioni vettoriali dall'una all'altra di queste popolazioni. Esperimenti sul linguaggio umano potrebbero chiarire l'importanza del flusso elettrico cerebrale che si origina in determinate aree, mentre funzionano. Durante l'eloquio, le correnti elettriche di attivazione corticale sono indicative di una specifica funzionalità ed altrettanto per una specifica disfunzione e patologia. Si tratta di correnti elettriche correlate a dati oggettivi, a informazioni, venendo trasformate in eventi coscienti e mentali tramite **CFS**. Le funzioni ultime delle reti neuronali corticali sarebbero correlate ad un campo fisico speciale, un tipo di campo quantico inteso come un'entità che esiste in ogni punto dello spazio e "regola la creazione e l'annichilazione delle particelle", dove le funzioni d'onda di una singola particella sono enumerate in termini della loro quantità di moto secondo la formula ( $\mu$ ):

$$\Phi ( r ) \square \Sigma e ( i \text{ ki } r )^a \text{ ai}$$

dove  $\Sigma e$  è l'energia cinetica del e-esimo modo di momento. Questa formula ( $\mu$ ) indica (identifica) anche il campo quantistico correlato alle funzioni ultime delle reti neuronali corticali.

In un mio precedente saggio scientifico sui meccanismi della visione, ho accennato al teorema di Buckingham che potrebbe spiegare un certo tipo di rapporto anatomico e fisiologico tra gruppi adimensionali all'interno di variabili funzionali. Il teorema di Buckingham dice:

Ogni equazione fra  $n$  grandezze fisiche, in un campo di fenomeni che abbia  $r$  unità fondamentali, si potrà scrivere come un'equazione dove compaiano non più di  $n - r$  tipi distinti di gruppi adimensionali.

In base al teorema di B. Buckingham, la risultante ultima delle reti neuronali corticali sarebbe l'immagine adimensionale dell'oggetto osservato in una determinata frazione di tempo fisico. Questa risultante ultima farebbe parte di **M - CFS** e comprenderebbe non solo l'atto cosciente della visione, ma di tutti le restanti funzioni mentali complesse. La mente si svilupperebbe ed esisterebbe all'interno di un campo scalare, aperiodico ed extracorticale dove il teorema di Buckingham troverebbe la sua completezza funzionale. Questo speciale campo quantico risponderebbe alla precedente formula  $\mu$ .

Come già precisato, i sistemi aperiodici sono sistemi che si ripetono quasi, ma mai in uno stato stazionario. Sistemi che si ripetono quasi, ma mai in modo del tutto identico non hanno stato stazionario. Si tratta di sistemi **aperiodici**.

Diversamente dal meccanismo della visione, tre sarebbero le unità fondamentali su cui si basa il funzionamento complesso delle reti neuronali superiori. Manca **m** che è la matrice di proiezione prospettica, riferita al sistema di coordinate **3 D**.

Le tre unità fondamentali su cui si bada il funzionamento delle reti neuronali corticali sono:

1. **L** = rapporto di similitudine geometrica, o scala di riduzione delle lunghezze.
2. **V** = scala di riduzione delle velocità. Essendo  $V = L/t$ , fissata la scala di riduzione delle lunghezze  $L$ , è definibile la scala di riduzione dei tempi **t**.
3. **F** = scala di riduzione delle forze.

Le grandezze fisiche sarebbero invece tre:

1. **a** = unità d'input caratterizzante il fenomeno della visione (e degli altri processi mentali compreso l'apprendimento), in un determinato istante di tempo  $t$ .
2. **β** = reti neuronali nascoste.
3. **γ** = sistema centrale.

Sarebbero tre le unità fondamentali e tre le grandezze fisiche. In base al teorema di Buckingham, la dipendente derivata aprirebbe il campo alle funzioni mentali superiori come l'autoconsapevolezza, la visione degli oggetti ed i vari tipi d'apprendimento. Possiamo aggiungere alla formula precedente (formula  $\mu$ ), le tre unità fondamentali (L,V,F) e le tre coordinate cartesiane di uno spazio tridimensionale (x,y,z) :

$$\Phi ( r ) \square \Sigma e ( i k i r )^a a_i + (L/V/F) + (a \beta \gamma) / t \cdot [(x y z)]$$

Togliendo al sistema le tre coordinate cartesiane: x, y, z, e togliendo **t** (**t** considerato nella sua forma classica di tempo correlato con lo spazio e come un continuum senza interruzioni e senza fine), si ha la **contemporaneità assoluta**. Cioè:

$$\Phi ( r ) \square \Sigma e ( i k i r )^a a_i + (L/V/F)$$

E' da notare che nell'espressione delle grandezze L, V, F, compare il tempo t, ma ciò non è una contraddizione: t è limitato solo alle tre grandezze fondamentali di similitudine geometrica, cinematica e dinamica. Il simbolo  $\Sigma$  indica l'energia intrinseca al campo quantomeccanico, descrivibile come se fosse una particella, per esempio un fotone. Per inciso, lo stesso elettrone può essere descritto come un'onda, o come un campo. Questo campo quantico, parte integrante di **CFS** ha a volte caratteristiche di un campo scalare ed a volte di uno vettoriale. Quando si comporta come un campo vettoriale, allora sono presenti le tre coordinate cartesiane e rassomiglia molto ad un campo elettromagnetico. Secondo la teoria di Maxwell, il moto di una carica elettrica dà origine ad un campo magnetico di estensione infinita. Qualsiasi processo continuo definito dal campo quantistico, indicato con la formula ( $\mu$ ), indicato all'interno del piano complesso di questo campo, può essere rappresentato come una iperfunzione che in parte si estende in **M - CFS** ed in parte comprende (ingloba) le reti neuronali delle unità nascoste e d'input. In definitiva, il principio d'identità tra mente e mondo esterno avverrebbe in osservanza delle tre similitudini geometrica, cinematica e dinamica. Nel momento in cui questo fenomeno mentale si verifica, in base al teorema di Buckingham, la mente entra a far parte di un campo fisico quantistico speciale e diventa **M -CFS**. In **CFS**,

sarebbe presente un tipo di *tempo ondulante*, uniforme e frammentario, locale e generale. La conoscenza soggettiva della realtà e di noi stessi avviene tramite **M - CFS** con la mente, immersa in un campo quantistico speciale, come quello rispondente alla formula sopra riportata (formula  $\mu$ ). Bisogna precisare che il Teorema di Buckingham è lo strumento principale dell'analisi dimensionale. Esso dice che l'equazione fisicamente significativa che coinvolge  $n$  variabili è espressa in modo equivalente come equazione di  $n-m$  parametri adimensionali, dove  $m$  è il numero di dimensioni fondamentali usate. Per di più e in modo più rilevante, fornisce un metodo per calcolare questi parametri dimensionali a partire dalle variabili date.

Le costanti **L, V, F** delle tre similitudini: geometrica, cinematica e dinamica sono parte del campo vettoriale di **M - CFS**. Le tre similitudini in questione si ricavano dai rapporti funzionali tra le unità neuronali d'input, quelle nascoste e quelle facenti parte di A (unità superiori corticali), così come spiegato in un mio precedente saggio sui meccanismi della visione.

$$A \square B \square C$$

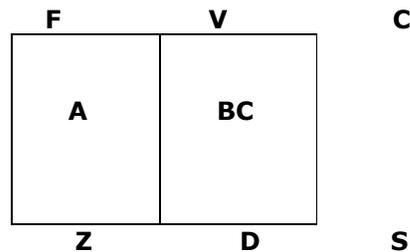
Con la lettera **A** sono indicati gli insiemi delle unità corticali superiori (rete neuronale superiore di output). In **A** è compreso anche **M - CFS**.

**B** = unità nascoste

**C** = unità d'input.

Come detto, A = unità corticali superiori (rete neuronale superiore di output). La parte estrema di A è **M - CFS**. Vale il seguente schema esplicativo:

Schema  $\pi$



La presenza del campo quantistico non lineare all'interno di una parte del quadrato A ha la principale funzione di annullare la successione temporale di C (unità d'input), B (unità nascoste) ed A (unità neuronali superiori), rendendole contemporanee all'interno della mente umana. In questo caso, c'è identità tra i due segmenti FZ e CS. Il segmento FZ indica il campo quantistico CFS, parte estrema di M, dove M è la mente umana individuale. Il segmento CS è la parte iniziale delle unità d'input. Queste unità d'input possono essere rappresentate dal tappeto retinico, nel caso del meccanismo della visione. A causa della frammentazione o inesistenza del tempo fisico (t) all'interno di **CFS**, possiamo scrivere la seguente equazione:

$$FZ = CS$$

Nel senso che FZ è CS. L'uguaglianza presuppone in questo caso identità funzionale e contemporaneità assoluta (non solo funzionale). **M - CFS** (la Mente ed il campo quantico in cui è immerso) danno l'impressione di osservare la realtà direttamente cogli occhi e con gli altri sensi, come se l'individualità fosse direttamente dietro ciascun occhio. Si tratta d'impressioni che hanno la caratteristica di non essere semplici impressioni, ma sono arricchite degli attributi d'identità e di altri valori individuali. Io attribuisco a me stesso una esistenza obiettiva, a se stante. Cioè l'io comprende di esistere al di là della contingente massa cerebrale da cui si origina il concetto di io. Ciò ha una contraddizione di fondo: l'io non può riconoscersi come esistente nella sua interezza. Ci dev'essere una entità estranea all'io individuale in grado di coglierne l'esistenza. Questo tipo di estrapolazione logica è però possibile perché risultante dell'attività coordinata delle unità d'input, delle unità nascoste e delle unità neuronali corticali superiori (A). Inutile dire che l'assenza delle unità d'input, di quelle nascoste e di quelle superiori non comporti alcuna attività mentale. Esiste il substrato delle reti cerebrali neuronali e solo se c'è questo tipo di substrato perfettamente funzionante è possibile l'opera di **M - CFS**.

Il campo quantico in cui la mente si trova ad essere genera una speciale dimensione che è la contemporaneità assoluta, manifestantesi nelle attività mentali superiori, oltre che nel sogno. L'attività di **M – CFS** è desumibile in persone affette da *visione cieca*. In alcuni individui i normali tragitti visivi del cervello sono stati interrotti, o tagliati. Alcuni hanno la corteccia occipitale distrutta. Pur cieche, alcune di queste persone affermano di poter vedere se una luce sia stata proiettata nel loro campo visivo, oppure affermano di vedere oggetti geometrici posti ad una certa distanza dai loro occhi. Il fenomeno è noto come *visione cieca* e non si è trovata tuttora una spiegazione scientifica esauriente. Il soggetto con *visione cieca* ha informazioni su un evento del mondo esterno attraverso gli occhi. Però egli non ha esperienza visiva cosciente dell'evento in questione. Questa è la parte cieca: la ricezione d'informazioni visive che tuttavia sono inconscie. I ricercatori che approfondiscono questi tipi di studi e di esperimenti (sulla visione cieca) non sono in grado di dare risposte esaurienti. Pensano alla presenza di circuiti cerebrali rientranti, di connessioni extra che decussano le normali vie visive. La risposta potrebbe derivare dalle funzioni atemporali di **M – CFS** in grado di permettere l'identità **FZ = CS**. Vedere schema **n** e le spiegazioni che seguono. Il *principio d'immersione* è generato dal convincimento, secondo il quale il *sé corporeo* è rappresentato occupare un determinato volume nello spazio. Al contrario, il *sé osservante* (che osserva il mondo esterno) sarebbe un punto privo d'estensione posto al centro della nostra prospettiva visivo-spaziale. Il *sé osservante* starebbe dietro gli occhi ed occuperebbe un volume definito del *sé corporeo*. Il *sé osservante* sarebbe in comunicazione diretta con **CFS**. Senza **CFS** ciò di cui facciamo esperienza non sarebbe reale, ma una realtà virtuale, ossia una possibilità.

Le onde cerebrali derivano da una delle tante attività di **M – CFS**. Rilevabili con tracciati grafici, le onde cerebrali dimostrano l'attività elettrica del cervello. Si ottengono con la registrazione poligrafica dell'elettroencefalogramma. A seconda della frequenza, si dividono in:

1. *Onde Alfa*: hanno una frequenza che va dagli 8 ai 13.9 Hertz. Sono tipiche della veglia ad occhi chiusi e degli istanti precedenti l'addormentamento. Una delle caratteristiche delle onde alfa è la loro configurazione, regolare e sincronizzata. Gli esperimenti condotti registrando le onde cerebrali di monaci Zen in meditazione hanno dimostrato che tale pratica dà luogo a un'emissione consistente di onde alfa.
2. *Onde Beta*: vanno dai 14 ai 30 Hertz, si registrano in un soggetto cosciente.
3. *Onde Delta*: sono caratterizzate da una frequenza che va da 0,1 a 3.9 Hertz. Sono le onde che caratterizzano gli stadi di sonno profondo.
4. *Onde Theta*: vanno dai 4 agli 7.9 Hertz. Caratterizzano gli stadi 1 e 2 del sonno Rem.
5. *Onde Gamma*: vanno dai 30 ai 42 Hertz. Caratterizzano gli stati di particolare tensione.

Un fenomeno simile alla **contemporaneità assoluta** sarebbe quello indicato come **costanza di grandezza**. Ad esempio, l'immagine retinica di un individuo si rimpicciolisce man mano che l'osservatore s'allontana, s'ingrandisce al suo avvicinarsi. Noi non vediamo gli oggetti ingrandirsi o rimpicciolirsi, li vediamo più o meno alla stessa grandezza, ma a distanze diverse. In questo caso, unità di output nascoste ( **B** ) sono sottodeterminati dalle unità d'input ( **C** ). Secondo alcuni, la *costanza di grandezza* sarebbe il prodotto di una inferenza inconscia dove il sistema percettivo compie una specie di processo logico per cui quando vede un oggetto e sa che questo è lontano, aggiusta la grandezza percepita ingrandendola. Se sa che l'oggetto è vicino, aggiusta la grandezza rimpicciolandola. Potrebbe invece essere che i fenomeni di *contemporaneità assoluta* e di *costanza di grandezza* siano espressioni di uno speciale campo quantistico, parte integrante di **M – CFS**, dove il tempo ( **t** ) è discontinuo, o non esistente come tale. In istantanea, **CFS** proietta la nostra mente, la coscienza ed il nostro io integrale nel mondo esterno, per questo diventa **M – CFS**. Lo stesso campo quantico atemporale permette al nostro io di compenetrare integralmente nel corpo da cui deriva. In questo modo l'io, la coscienza e la mente raggiungono la loro piena identità. La mente umana ha diversi aspetti ed attributi: memoria, attenzione, sentimenti, percezione di colori, auto-consapevolezza, pensiero di ordine superiore...Tuttavia, l'essenza del fenomeno mentale, ciò che si definisce col termine *l'apparire del mondo*, sembra avere come fenomeno mentale, appunto, una intrinseca unità ed entità. **CFS** potrebbe rafforzare ed unificare queste capacità mentali umane, ponendoci nello stesso tempo in contatto diretto con la realtà del mondo esterno.

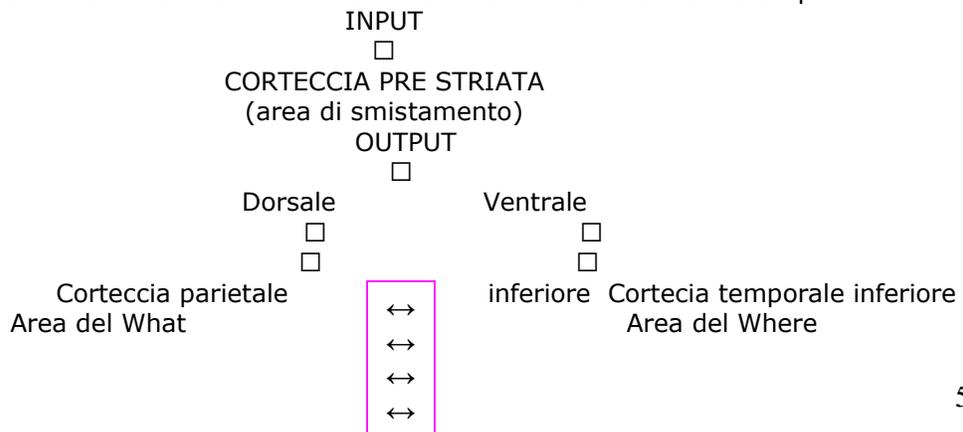
Secondo **Fritjof Capra** (2008), i campi elettromagnetici sono entità fisiche di proprio diritto, in grado di viaggiare attraverso lo spazio vuoto e non suscettibili di una spiegazione meccanica: il campo quantico di **M - CFS** avrebbe caratteristiche simili.

Nella teoria quantistica, il fatto che fenomeni atomici siano determinati dalle loro connessioni col tutto è strettamente legato al ruolo fondamentale della probabilità. Nella fisica classica, ci si serve della probabilità, ogni volta che i particolari meccanici implicati in un evento ci sono ignoti. Nella fisica quantistica, al di là delle connessioni locali, sono presenti altri tipi di connessioni non locali, che sono istantanee, non prevedibili al presente, con modelli matematici esatti. Ogni evento è influenzato dall'intero universo ed anche se noi non siamo in grado di descrivere questo tipo d'influenza nei particolari, riconosciamo l'esistenza di un qualche ordine soggiacente esprimibile mediante leggi statistiche. Comunque, si tratta di connessioni istantanee con l'universo nella sua totalità. Secondo Bohr, il sistema formato da due particelle è un tutto indivisibile. Le due particelle possono essere separate da una grande distanza ed il sistema (di due particelle) può essere analizzato in funzione di parti indipendenti. Benché molto lontane nello spazio, sono legate da connessioni istantanee non - locali. Per esempio, le caratteristiche di una particella misurate da uno sperimentatore, influenzano in modo istantaneo quelle di una particella distante per diversi chilometri. Il teorema di Bell dimostra che la realtà ultima del mondo è fundamentalmente indivisibile. Le strutture osservate (da uno sperimentatore) della materia, sembrano essere riflessi della struttura della sua mente. In termini generali: le strutture profonde della materia sono riflessi della mente che le osserva. Le esperienze transpersonali implicano una espansione della coscienza al di là dei confini convenzionali dell'organismo e procurano un senso d'identità più ampio. Esse possono implicare anche percezioni dell'ambiente trascendenti le consuete limitazioni della percezione sensoriale. Il livello trans-personale è il livello dell'inconscio collettivo e dei fenomeni ad esso associati, quali sono descritti nella psicologia jungiana. E' un modo di coscienza in cui l'individuo si sente connesso al cosmo nella sua totalità e può quindi essere identificato col concetto tradizionale dello spirito umano. Ford K. M. & Hayes P.J. (1999), affermano che la mente deve e può essere studiata a prescindere dalla sua struttura fisica. In fondo, la mente è un programma computazionale, per questo non necessita di alcun legame specifico coi substrati neuronali.

Penrose R. (1997), ritiene che solo lo studio di stati quantistici ben individuati può condurre ad una corretta comprensione della mente umana. Per fare ciò, occorre postulare l'esistenza di una nuova fisica: la fisica dei quanti. Gödel K. (Gödel in Wang H., 1991) affermò che il cervello è una macchina calcolatrice connessa con uno spirito.

#### **24) Sistemi neuronali del dove e del che cosa.**

Esistono due vie principali in grado di elaborare l'informazione visiva. La prima è dorsale: dalla corteccia primaria va alla corteccia parietale posteriore, formando un sistema specializzato per la percezione spaziale degli oggetti. Questo sistema neuronale è detto sistema-where, o sistema del dove. La seconda via è ventrale: parte dalla corteccia primaria e si porta alla corteccia temporale inferiore, formando un sistema finalizzato alla percezione della presenza fisica degli oggetti osservati. E' il sistema what, il sistema del *che cosa c'è*. E' stato dimostrato che una rete neuronale apprende un compito in modo rapido se è formata da due distinti insiemi di unità nascoste. Un insieme è connesso alle unità OUTPUT, relative al *dove* (lo spazio in cui un oggetto osservato è) e l'altro risulta collegato alle unità di OUTPUT relative a *che cosa è* (identificazione dell'oggetto osservato). L'apprendimento è più rapido se due parti del compito sono distribuite tra due sottoreti che hanno in comune solo unità d'input.



## AREA MENTALE

Nel Ccso specifico, l'area (mentale) di **M - CFS** è tanto più vasta quanto più distanti sono le due aree, del *what* e del *where*. L'area mentale è il prodotto degli impulsi nervosi (output) elaborati nelle zone corticali, parietale inferiore e temporale inferiore. Essa è connessa ad un campo quantistico speciale dove lo spazio fisico e probabilmente il tempo fisico hanno altre valenze. Molti scienziati affermano che in alcuni campi quantici lo spazio ed il tempo siano scollegati. Alcuni pensano che la dimensione temporale non esista in realtà, oppure sia discontinua. La simulazione di una macchina virtuale a dieci canali necessita di una durata temporale almeno *dieci volte* di quanto occorra per la simulazione di una macchina di un milione di canali come il cervello umano. In questo caso, occorrerà un tempo almeno un milione di volte più lungo. La dimostrazione di Turing non dice nulla circa la velocità con la quale sarà realizzata l'imitazione. Ritornando allo schema sulle due vie visive, di *what* e di *where*, in rare malattie cerebrali, in cui le vie di OUTPUT verso la corteccia temporale inferiore sono lesionate, l'individuo può identificare subito l'oggetto che vede, ma non è in grado di localizzarlo nello spazio. Ci sono patologie complementari con danni alle vie che arrivano dalla corteccia striata alla corteccia parietale inferiore in cui il soggetto può localizzare un oggetto, ma ha difficoltà ad identificare ciò che vede, malgrado dichiara di vederlo bene. In queste patologie, è probabile che l'interruzione di una delle due vie corticali in questione causi lassità di connessione tra aree cerebrali visive ed **M - CFS**. Comunque, le funzioni di **M - CFS** sono collegate alle unità cerebrali d'input e di output da cui si origina il processo mentale. Questo tipo di ancoraggio può essere lasso, alterato o non esistere e la mente può agire in modo ottimale, o limitato.

Nell'Uomo, Raichle ME. (2007) ha visto che durante l'esecuzione di un compito, l'energia cerebrale aumenta di norma del 5% rispetto all'attività basale dell'organo. Viceversa, il 60 - 80% dell'energia cerebrale è in circuiti scollegati da eventi esterni. L'Autore definisce "energia oscura" questo tipo di attività intrinseca del cervello. La questione dell'*energia oscura neuronale* appare evidente nella constatazione di quanto scarsa sia l'informazione che dagli organi di senso arriva alle aree percettive del cervello. Per esempio, l'informazione visiva ha una elevata degradazione nel transitare dall'occhio alla corteccia visiva. Circa dieci milioni di bit al secondo raggiungono la retina come informazione visiva del mondo esterno. Il nervo ottico ha solo un milione di connessioni in uscita e trasmette al nucleo genicolato laterale circa sei milioni di bit al secondo, ma solo una quota limitata - circa diecimila - perviene alle aree cerebrali della corteccia visiva. Raichle M.E. (2007) dice che un flusso così esiguo non comporterebbe alcuna percezione. L'attività intrinseca cerebrale deve avere un ruolo determinante. Una ulteriore indicazione della capacità di elaborazione intrinseca del cervello deriva dal numero delle sinapsi. Nella corteccia visiva, appena il 10% del totale delle sinapsi è collegato all'informazione visiva. Da qui la deduzione secondo la quale la gran parte delle sinapsi si trova nelle connessioni interne della corteccia visiva. Questi straordinari pattern di attività cerebrale, veri flussi di energia, sarebbero presenti anche sotto anestesia generale e durante il sonno leggero. Ciò che Raichle ME. (2007) definisce "energia oscura" potrebbe essere il campo quantico collegato con le prestazioni mentali superiori e facente parte di **M-CFS**.

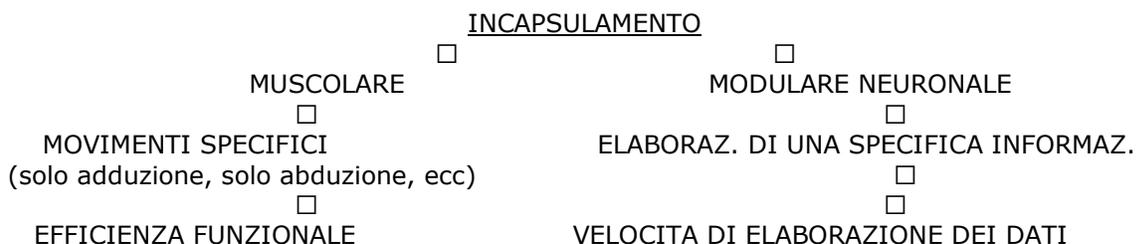
### **25) Similitudini dei moduli cerebrali coi tre muscoli adduttori della coscia, nel Cavallo.**

Nel Cavallo, i tre muscoli adduttori della coscia contribuiscono a funzioni più complesse e generali che fanno parte della cinestesia degli arti posteriori e dell'intero organismo animale. Da questa prospettiva, anche le funzioni mentali complesse deriverebbero da insiemi strutturali con funzioni limitate. Le capacità mentali deriverebbero dalle proprietà d'insiemi di sottosistemi funzionali, operanti come unità distinte e con un grado più o meno elevato di autonomia, Marraffa M., Meini C., (2004). Un modulo cerebrale sarebbe un meccanismo identificabile funzionalmente, secondo Marr D., (1982). Più precisamente, un modulo è un insieme di algoritmi finalizzato all'elaborazione dell'informazione visiva, avendo un grado minimo d'interazione con altri meccanismi. Nelle scienze cognitive, la nozione di modulo come semplice

meccanismo, sarebbe parte di un ampio sistema di conoscenze di base che ha una rappresentazione interna, ha uno specifico dominio e guida l'esecuzione di una determinata capacità cognitiva. Se al termine *capacità cognitiva* sostituiamo quello di *capacità motoria*, il concetto può definire l'azione dei tre muscoli adduttori della coscia, nel Cavallo. **Definizione rettificata:** *modulo muscolare* è un muscolo striato in grado di determinare uno specifico movimento (solo di adduzione, solo di abduzione, solo di flessione...) su un segmento scheletrico. Prendiamo il *grande adduttore della coscia*. Questo muscolo ha uno *specifico dominio* (sua origine, sua terminazione, intensità di contrazione, specificità di movimento prodotto, ubicazione topografica nell'ambito di un proprio gruppo muscolare) che può associarsi a quelli degli altri due adduttori della coscia (piccolo adduttore e pettineo). In questo caso, la *specificità di dominio* si applica ad una base di funzioni motorie finalizzate all'adduzione dell'arto posteriore equino. L'attivazione di un muscolo scheletrico dipende da quella delle piastre motrici, cui è connessa. Una volta attivato, il muscolo scheletrico si contrae in automatica. In presenza di uno specifico input, anche un modulo cerebrale non può evitare di entrare in azione. Un modulo cerebrale può elaborare dati più rapidamente che un sistema non modulare. Questa rapidità di elaborazione – dati è collegata a:

- Incapsulamento funzionale: permette di consultare solo la propria base di dati.
- Obbligatorietà: un modulo non può decidere se elaborare o no un input ricevuto.

L'incapsulamento presuppone due attributi: la frugalità e la velocità di *elaborazione – dati*. I moduli devono essere parchi nelle informazioni che ricevono e negli algoritmi utilizzati. Solo così diventano veloci nell'esecuzione. Ci sarebbero forme deboli d'incapsulamento modulare con funzioni meno specifiche e che avrebbero molto a che fare con la creatività, Marraffa M., Meini C., (2004). La modularità cerebrale deriva dalla selezione genetica avvenuta nel corso dell'evoluzione delle specie ed è parte integrante di un circuito neuronale fisso. E' danneggiabile in modo selettivo perché un danno in una parte del cervello colpisce solo i moduli (tutti o in parte) di una o più aree, lasciando intatte altre funzioni del sistema. Riassumendo. Un modulo cerebrale sarebbe un meccanismo computazionale innato e specifico per dominio. Esso opera su alcuni dati in entrata; elabora informazioni in modo rapido e produce output in uscita che saranno elaborati da successivi meccanismi. Ha struttura neuronale fissa ed è selettivamente danneggiabile. Questo sistema modulare sarebbe suddiviso in sottocomponenti, relativamente indipendenti.



## 26) Materia cerebrale, aspetti comparativi.

Aspetti comparativi tra il cervello umano e quello di altri mammiferi con elevata massa cerebrale, aiutano a chiarire i meccanismi collegati all'efficienza di elaborazione dell'informazione nervosa.

L'Elefante ha spiccate relazioni sociali ed un'ottima memoria di lungo termine, finalizzata in particolare alla ricerca del cibo e dell'acqua. Ha un elevato grado di consapevolezza. Un elefante può essere guidato dalle capacità mentali e biologiche di un consimile.

Aspetti comparativi. Peso del cervello in *toto*.

- Elefante: 4.700 gr. in media (4050 – 5220)
- Scimpanzé: 350 gr. "
- Uomo: 1.400 gr. "

Dal punto di vista dell'efficienza cerebrale, sarebbero importanti alcuni parametri come il rapporto *massa cerebrale/massa corporea* che avvantaggia l'Uomo. Inciderebbero anche l'età,

il sesso, e nel caso dell'Elefante, la specie. Il quoziente di encefalizzazione (Q.I.) che è il rapporto *massa cerebrale/massa corporea* è:

- UOMO: 7,5
- SCIMPANZE: 2,5
- ELEFANTE: 1,3 – 2,3

Numero dei neuroni cerebrali.

- UOMO: 20 bilioni
- ELEFANTE ASIATICO: 10 bilioni
- SCIMPANZE: 6,5 bilioni

Nell'Elefante, la riduzione della densità neuronale è accompagnata da un aumento del volume cellulare e da una densità gliale più elevata. I neuroni hanno un numero maggiore di sinapsi e d'interconnessioni cilindriche che nei primati. La densità neuronale corticale è minore di circa 1/3 che nell'Uomo e di circa 1/7 che nello Scimpanzé. Nell'Elefante, c'è una gran quantità di grossi neuroni corticali, con prolungamenti cilindrici passanti attraverso la sostanza bianca per collegarsi con neuroni corticali molto lontani. Nei primati, questi grossi neuroni corticali con cilindri molto lunghi sono di numero esiguo. Nell'Elefante, i neuroni corticali hanno connettività con aree lontane dalla neo-cortex. La sostanza bianca corticale è molto estesa, formata da lunghi prolungamenti assonici che connettono regioni tra loro distanziate. La sostanza bianca della neo-cortex ha un volume sproporzionato rispetto a quello del cervello in toto, limitando l'efficienza delle interconnessioni neuronali (Changizi M.A., 2007).

Media del volume dei neuroni.

- ELEFANTE: 4.200  $\mu\text{m}^3$ . Ci sono cellule molto voluminose, in particolare le piramidali. Il volume dei neuroni corticali eccelle quello di tutti gli altri mammiferi, tranne alcune specie di cetacei.
- UOMO e SCIMMIA: 1.200  $\mu\text{m}^3$ . C'è una elevata quantità di piccoli neuroni, in particolare di cellule granulari.

Cervello di Uomo, Elefante, Scimpanzé e Delfino. Aspetti di efficienza comparativa.

- Elefante. L'impulso nervoso corticale ha lunghe percorrenze, attraversando regioni distanziate e vaste. Ciò ritarda il processo di elaborazione dell'informazione nervosa.
- Uomo e grandi scimmie. I neuroni corticali mantengono un tipo d'interconnessione ottimale con stimoli nervosi di breve durata. C'è minore connettività corticale globale ed una maggiore suddivisione in scompartimenti, con circuiti locali e connessioni modulari, (Kaas J.H., 2007). Nonostante l'incremento volumetrico del cervello, la presenza d'interconnessioni brevi è evidente nel rapporto proporzionale dei neuroni contenuti in un singolo modulo ed indicato come circuito neuronale locale (**LCNs**), in connessione singola con neuroni di moduli adiacenti. Dagli scimpanzé all'Uomo, c'è un incremento del volume corticale ed una **LCNs** che va dal 93% al 98%. Viceversa, dall'Elefante all'Uomo, la **LCNs** decresce dal 98% al 91%.
- Poth C. et al. (2005) effettuarono una ricerca su sei specie di odontoceti, incluso i delfini comuni (*Delphinus delphis*), la balena pigmea (*Kogia breviceps*) ed il delfino naso di bottiglia (*Tursiops truncatus*). Gli Autori studiarono il rapporto tra numero neuronale e relative unità corticali nella corteccia uditiva primaria, corteccia visiva e somatosensitiva, di entrambi gli emisferi cerebrali. Nelle aree corticali esaminate a partire da un cervello con peso di 834 grammi fino ad uno di 6052 grammi, c'era una riduzione del numero neuronale ed un incremento di massa cerebrale. In particolare nel delfino adulto, l'incremento in *toto* del peso non era collegabile all'incremento del numero cellulare per unità corticale. Aspetti simili sarebbero presenti nelle strutture cerebrali di Elefante.

**27) Homo sapiens sapiens.** Si evince che negli ultimi 200.000 anni la cavità cranica umana *in toto*, si sia rimpicciolita. Il fenomeno non ha implicato una riduzione delle capacità intellettive perché riducendosi la massa encefalica, è aumentato di certo il numero delle sinapsi tra i neuroni; è migliorata l'organizzazione dei centri corticali; si è avuto una ottimale irrorazione sanguigna della stessa massa cerebrale ed un più efficiente apporto di sostanze

nutritive, veicolate dal sangue. Il tessuto nervoso centrale nelle sue molteplici connessioni, assomiglia ad una rete (rete neuronale) che ha caratteristiche di un sistema a geometria ripetitiva, cioè frattale. In un simile sistema, l'aumento della complessità è collegato spesso alle sue parti minuscole come il numero notevolmente elevato delle sinapsi. Ne risulta che il volume in cui è contenuto – per esempio la scatola cranica – può restare costante, oppure rimpicciolirsi sia pure di poco (Isaeva, V.V. et al., 2004). L'Uomo di Neanderthal vissuto circa 100.000 anni fa, in contemporanea con *Homo sapiens* (arcaico), aveva una capacità cranica di 1260 cm<sup>3</sup>, superiore a quella di *Homo Sapiens sapiens* (1230). Però *Homo Sapiens sapiens* si giovò in modo ottimale delle strette connessioni col sistema circolatorio, così come l'organismo intero trae vantaggio – per esempio – dal sistema frattale dei microvilli intestinali. Cellule intestinali con microvilli un po' più lunghi, avrebbero lo stesso volume e una maggiore superficie assorbente. L'assenza di un rapporto diretto tra volume cerebrale medio e intelligenza umana in genere, quoziente intellettivo e altre attività cognitive, è stato rilevato in un esteso lavoro di Wickett e coll. (2000), basato su dati statistici oltre che su metodiche come la MRI. Un parallelismo potrebbe esserci tra specie estinte di delfini dell'Eocene con volume neurocranico superiore agli odierni e la capacità encefalica di *Homo* di *Neanderthal* superiore a *Homo sapiens sapiens*. A livello cranico, le ricerche di Rappoport (1999) e di Marino Lori et al. (2000) evidenziano le discrepanze volumetriche tra delfini dell'Eocene (con maggiore sviluppo cranico) e gli attuali.

Interessante è la constatazione che tra i mammiferi nonostante esistano numerose differenze evolutive in particolare in riguardo al volume cerebrale *in toto*, le differenze comportamentali, tra alcune specie affini sono molto simili. Per esempio, il *gatto selvatico* e la *tigre*. Il volume cerebrale del *gatto selvatico* è circa 1/8 di quello della tigre comune. Le due specie però mostrano comportamenti e capacità cognitive simili, cristallizzate nei secoli. Spesso, all'evoluzione e differenziazione cerebrale tra specie affini, non corrisponde altrettanta differenziazione comportamentale e di apprendimento. Fa eccezione l'essere umano che ha il 98% del patrimonio genetico in comune con lo scimpanzé, ma differenze notevoli dal punto di vista mentali. Non si adattano allo scimpanzé attributi mentali come il pensiero normale e simbolico e la memoria autobiografica e numerose altre capacità che spaziano dall'Arte alla Scienza. Solo il cervello umano ha mostrato un ampliamento notevole delle capacità mentali e psichiche. Ci dev'essere una entità aggiuntiva, una dimensione extra che vada oltre i sistemi dinamici altamente computerizzati, in grado di giustificare gli attributi eccezionali della mente umana. L'incapsulamento dell'io umano all'interno di sistemi neuronali dinamici ne specifica la dipendenza e l'origine, ma non le molteplici capacità mentali con cui l'io è connesso.

Segue l'elenco di alcune specie ed il relativo volume cranico.

| <b>Specie</b>              | <b>Peso (g)</b> |  | <b>Specie</b> | <b>Peso (g)</b> |
|----------------------------|-----------------|--|---------------|-----------------|
| umano adulto               | 1.300 - 1.400   |  | neonato umano | 350-400         |
| capodoglio                 | 7.800           |  | Balenottera   | 6.930           |
| elefante                   | 4.783           |  | Megattera     | 4.675           |
| balena grigia              | 4.317           |  | killer whale  | 5.620           |
| balena della Groenlandia   | 2.738           |  | balena pilota | 2.670           |
| delfino bottiglia dal naso | 1.500 - 1.600   |  | tricheco      | 1.020 - 1.126   |
| Pithecanthropus Man        | 850 - 1.000     |  | cammello      | 762             |
| giraffa                    | 680             |  | ippopotamo    | 582             |
| foca leopardo              | 542             |  | cavallo       | 532             |
| orso bianco                | 498             |  | gorilla       | 465-540         |
| mucca                      | 425-458         |  | scimpanzé     | 420             |

|                                |       |  |                     |         |
|--------------------------------|-------|--|---------------------|---------|
| orangutan                      | 370   |  | California Sea Lion | 363     |
| lamantino                      | 360   |  | tigre               | 263,5   |
| leone                          | 240   |  | Grizzly Bear        | 234     |
| maiale                         | 180   |  | giaguaro            | 157     |
| pecora                         | 140   |  | babbuino            | 137     |
| scimmia rhesus                 | 90-97 |  | cane (beagle)       | 72      |
| Aardvark                       | 72    |  | castoro             | 45      |
| squalo (Great White)           | 34    |  | squalo (infermiera) | 32      |
| gatto                          | 30    |  | porcospino          | 25      |
| scimmia di scoiattolo          | 22    |  | marmotta            | 17      |
| coniglio                       | 10-13 |  | ornitorinco         | 9       |
| alligatore                     | 8,4   |  | scoiattolo          | 7,6     |
| opossum                        | 6     |  | lemure volante      | 6       |
| fata formichiere               | 4,4   |  | cavia               | 4       |
| fagiano ring-collo             | 4.0   |  | riccio              | 3,35    |
| albero di toporagno            | 3     |  | fata armadillo      | 2,5     |
| civetta                        | 2,2   |  | starna              | 1,9     |
| ratto (400 g di peso corporeo) | 2     |  | criceto             | 1,4     |
| toporagno elefante             | 1,3   |  | casa passero        | 1,0     |
| europa quaglia                 | 0,9   |  | tartaruga           | 0,3-0,7 |

**28) Considerazioni conclusive.** Pur rappresentando la realtà circostante, le immagini mentali sono diverse e più ricche di particolari, per lo più soggettivi. Il loro ruolo non è passivo. La loro esistenza extracorticale è reale, essendo relegate in un *campo* fisico speciale simile a quello elettromagnetico di un tubo catodico, Kosslyn S.M., (1982). Sarebbe il flusso continuo, o discontinuo delle immagini e delle informazioni provenienti dal mondo circostante a regolare la mente, a fornirle informazioni ed a guidare il comportamento individuale. Alterazioni della materia cerebrale (dovute a malattie, disturbi di circolo, senescenza inoltrata, od altro) causerebbero una diversa conformazione spaziale, o frammentazioni nella composizione e strutturazione delle immagini mentali: immagini frammentarie, incoerenti, o caotiche. Di riflesso, il comportamento mentale sarebbe alterato. Calcoli computazionali ed algoritmici, oltre alla quotidiana esperienza, dimostrano che la percezione visiva è un processo fondamentalmente deduttivo ed è ciò che alcuni definiscono *inferenza inconscia*. La consapevole quotidiana rappresentazione del mondo che ci circonda è possibile solo dopo una grande quantità di computazioni inconscie come affermato da Lin, Z. (2008) e da Lin Z. ed He S., (2009). La MRIf e metodiche similari di neuro immagine mostrano queste sconosciute attività neuronali, anche se non possono evidenziare la conformazione e la presenza delle mappe mentali. Computazioni ed inferenze inconscie stanno alla base anche di altre funzioni cerebrali legate alla memoria, all'emozioni ed all'eloquio. Siamo ignari di queste funzioni e le diamo per scontate. Tuttavia, nei pazienti con seri danni cerebrali, l'interazione col mondo si confonde. C'è un altro dato che mette in discussione alcuni parametri sui meccanismi cerebrali legati alla conoscenza del mondo esterno. Transitando dall'occhio alla corteccia visiva, l'informazione visiva ha un forte degrado. Circa dieci milioni di bit al secondo raggiungono la retina come informazione visiva del mondo esterno. Il nervo ottico ha solo un milione di connessioni in uscita e trasmette circa sei milioni di bit al secondo al nucleo genicolato laterale,



oscura" questo tipo di attività intrinseca del cervello. La questione dell'*energia oscura neuronale* appare evidente nella constatazione di quanto scarsa sia l'informazione che dagli organi di senso arriva alle aree percettive del cervello. Per esempio, l'informazione visiva ha una elevata degradazione nel transitare dall'occhio alla corteccia visiva. Circa dieci milioni di bit al secondo raggiungono la retina come informazione visiva del mondo esterno. Il nervo ottico ha solo un milione di connessioni in uscita e trasmette circa sei milioni di bit al secondo al nucleo genicolato laterale, ma solo una quota limitata – circa diecimila – perviene alle aree cerebrali della corteccia visiva. Raichle M.E. (2007) dice che un flusso così esiguo non comporterebbe alcuna percezione. L'attività intrinseca cerebrale deve avere un ruolo determinante. Una ulteriore indicazione della capacità di elaborazione intrinseca del cervello deriva dal numero delle sinapsi. Nella corteccia visiva, appena il 10% del totale delle sinapsi è collegato all'informazione visiva. Da qui la deduzione secondo la quale la gran parte delle sinapsi si trova nelle connessioni interne della corteccia visiva. Questi straordinari pattern di attività cerebrale, veri flussi di energia, sarebbero presenti anche sotto anestesia generale e durante il sonno leggero. Ciò che Raichle ME. (2007) definisce "energia oscura" potrebbe essere il campo quantico collegato con le prestazioni mentali superiori e facente parte di **M-CFS**.

H. Putnam dice che le nostre esperienze si originano da precise mappe corticali e da rappresentazioni mentali. La conoscenza del mondo esterno è possibile solo tramite eventi interni a noi stessi. La nostra percezione è sempre *indiretta*, nel senso che abbiamo la consapevolezza degli oggetti appartenenti al mondo esterno che ci circonda, ma questo tipo di conoscenza e d'apprendimento non lo esperiamo direttamente. Le nuove tecniche di visualizzazione, come la tomografia ad emissione di positroni e la risonanza magnetica funzionale hanno aperto la strada all'esplorazione non invasiva del cervello umano a livello di biologia cellulare, fino ad un grado di risoluzione necessario per la comprensione dei meccanismi fisici che stanno alla base delle facoltà mentali e delle loro alterazioni. Esperimenti sui processi di apprendimento nelle scimmie adulte hanno mostrato l'esistenza di una chiara competizione per i territori corticali, dipendente dall'uso e dalla loro normale fisiologia. Nei casi in cui una normale afferenza diviene inattiva, il suo territorio di rappresentazione può essere invaso dalle afferente che provengono dai territori adiacenti, normalmente innervati. La recente teoria saleriana del cervello dice che le leggi della termodinamica e della fisiologia proprie dei sistemi biologici complessi dominano le funzioni cerebrali. Alterazioni dell'omeostasi del cervello dovute ad ipotermia o ipertermia, oppure legate alla non corretta neuro-trasmissione e neuro-modulazione, causano disfunzioni in specifiche aree cerebrali. Esisterebbe uno stretto rapporto tra termodinamica e neurologia regionale del cervello *in toto*. Processi di riorganizzazione neuronale sono osservabili anche a livello cerebrale inferiore come nei nuclei delle colonne dorsali. Questi nuclei formano la prima stazione sinaptica del sistema somatosensitivo. E' probabile che le modificazioni organizzative siano una proprietà generale del sistema somatosensitivo e che si verifichino in tutti i livelli delle vie somatiche afferenti. E' anche probabile che simili fenomeni avvengano nelle vie motrici come il presente studio vorrebbe dimostrare. Il fatto che le modificazioni anatomiche siano presenti nei bassi livelli preposti all'analisi delle informazioni somatiche, fa pensare che anche i centri superiori possano essere influenzati fortemente dall'esperienza. A livello evolutivo, nei delfini, mammiferi acquatici, le aree corticali motrici dei muscoli degli arti sono quasi scomparse. Nei delfini viceversa, sono molto sviluppate le aree corticali motrici che regolano le contrazioni dei muscoli lunghissimi dorsali. I cetacei in genere deriverebbero da pachidermi adattatisi alla vita acquatica. Secondo altri, troverebbero un comune ascendente coi suini e secondo altri coi ruminanti. Un problema fondamentale nelle neuroscienze comportamentali e cognitive riguarda le modalità decisionali con cui animali ed esseri umani selezionano azioni nei termini d'appagamento, o di punizione. Gli studiosi si sforzano di comprendere le basi neuronali del comportamento. Nella psicologia comportamentale, nell'Uomo e negli animali, l'apprendimento rinforzato è stato approfondito con ricerche che fanno uso dei calcoli computazionali ed algoritmici. I modelli di apprendimento rinforzato si basano sempre più sui calcoli computazionali che descrivono il ruolo di neuro-modulatori come la dopamina, l'acetilcolina e la serotonina. Tra questi, il più studiato è la dopamina, implicata in patologie come il morbo di Parkinson, la schizofrenia e fenomeni allucinogeni. Il ruolo della dopamina è studiato anche in relazione ai processi dell'apprendimento e della memoria da lavoro. Tra l'altro, la presente ricerca approfondisce i rapporti tra motoneuroni corticali delle aree motrici ed i muscoli

scheletrici. Gli scienziati distinguono il movimento corporeo dal controllo motorio. Il movimento è una modificazione della posizione del corpo, o di alcune sue parti nello spazio circostante. Il controllo motorio è l'insieme delle funzioni fisiologiche e psicologiche che la mente ed il corpo fanno per governare postura e movimento. Il controllo motorio rientra nei processi di apprendimento mentali ed è implicato in alcune forme di plasticità cerebrale. Il movimento avviene quando il motoneurone effettore induce una variazione di lunghezza e di tensione di un muscolo. Motoneuroni di una stessa colonna corticale hanno influenza sulla sinergia di muscoli attigui. La sinergia muscolare è la risultante della cooperazione di più muscoli coinvolti in uno specifico movimento corporeo come quello delle dita, compiuto per stringere un oggetto. L'ultimo paragrafo del saggio spiega alcune caratteristiche comparative tra il cervello di Elefante, Delfino, Scimpanzè ed Uomo. La minore connettività corticale globale ed una maggiore suddivisione in scompartimenti, con circuiti locali e connessioni modulari conferiscono una maggiore efficienza al cervello umano in paragone con altre specie. La presenza d'interconnessioni brevi nonostante l'incremento volumetrico del cervello, è evidente nel rapporto proporzionale dei neuroni contenuti in un singolo modulo ed indicato come circuito neuronale locale (**LCNs**), in connessione singola con neuroni dei moduli adiacenti. Dagli scimpanzè all'Uomo, c'è un incremento del volume corticale ed una **LCNs** che va dal 93% al 98%. Viceversa, dall'Elefante all'Uomo, la **LCNs** decresce dal 98% al 91%.

## RIASSUNTO

Tra alcune specie di mammiferi, in riguardo al volume cerebrale, esistono numerose differenze evolutive. Per esempio, consideriamo due felini: il *gatto selvatico* e la *tigre*. Nonostante il cervello della tigre sia molto più voluminoso di quello di un gatto selvatico, il relativo comportamento e le capacità cognitive dei due felini sono quasi identiche e rimaste cristallizzate nei secoli. All'evoluzione cerebrale (in particolare del volume cerebrale) tra specie affini, non corrisponde differenziazione comportamentale e cognitiva. Fa eccezione l'essere umano che ha il 98% del patrimonio genetico in comune con lo scimpanzè, ma differenze notevoli dal punto di vista mentale. Non si adattano allo scimpanzè attributi come il pensiero normale e simbolico, la memoria autobiografica e numerose altre capacità che spaziano dall'Arte alla Scienza. Solo il cervello umano ha mostrato un ampliamento notevole delle capacità mentali e psichiche, pur occupando un volume molto minore di quello di specie come l'elefante ed i cetacei. In conclusione, ci dev'essere una entità aggiuntiva, una dimensione extra che vada oltre i sistemi dinamici altamente computerizzati in grado di spiegare interamente gli attributi differenziali della mente umana. Dal punto di vista evolutivo, è probabile che molti organi e tessuti abbiano avuto un ragguardevole incremento volumetrico al fine di mantenere costante in modo ottimale il proprio ambiente interno ed in generale dell'organismo vivente di cui sono parte. Attraverso meccanismi di compensazione, l'omeostasi interna è conservata anche al variare delle condizioni esterne ed è la principale forza che contrasta il Chaos, preservando in molti organi e tessuti la dimensione frattale (FD). I frattali, sono molto diffusi in natura e sono strutture in equilibrio tra ordine e Chaos.

La II Legge della Termodinamica dice che tutti i processi chimici hanno una direzionalità specifica e la neurobiologia fa intendere che una specifica funzione cerebrale avviene in una determinata regione del cervello. Per la precisione, la *seconda legge della termodinamica* dice: *il calore passa da un corpo più caldo ad uno più freddo*. Secondo questa legge, due corpi uno caldo ed uno freddo in connessione con del materiale conduttore di calore avranno questo comportamento: il corpo caldo si raffredderà e quello freddo si riscalderà, finché non arriveranno ad una situazione di equilibrio termico. Questa evoluzione ha carattere deterministico. Osservando il processo nella direzione temporale opposta, i due corpi con uguale temperatura evolveranno spontaneamente in corpi con diversa temperatura, ma sarebbe impossibile decidere quale dei due avrà temperatura maggiore. La prima legge della termodinamica invece dice: *in qualunque sistema isolato, l'energia totale è conservata*. Cioè, l'energia totale non si perde se per esempio un corpo resta privo della sua energia cinetica. Sebbene possano intervenire processi più complicati, l'energia totale rimane costante. L'energia totale prima del processo è uguale all'energia totale dopo il processo. Mentre la prima legge è una uguaglianza, la *seconda legge* è una disuguaglianza; ci dice che dopo un determinato processo, un'altra grandezza nota come *entropia* ha un valore maggiore (o

perlomeno uguale) di quello che aveva prima. L'entropia è grosso modo la misura della casualità del sistema.

La neurobiologia dice che la trasmissione sinaptica è cruciale per la fisiologia cerebrale. Infatti, la precisa direzione di un sistema sinaptico con specifico *cocktail* chimico regola la funzione cerebrale. Variazioni dell'omeostasi cerebrale attivano una sequenza di cambiamenti tramite una *omeostasi dinamica*, con una nuova importante direzionalità e con specifica e definita conseguenza nella neurobiologia regionale. Questo, in osservanza alla II Legge della Termodinamica. In sintesi, un singolo neuro-trasmittitore produrrà nel cervello un'ondata di reazioni: ci sarà una nuova *omeostasi* tramite un nuovo stato dinamico, una diversa direzionalità ed una funzione cerebrale unica e specifica. Secondo Salerian Alen J. (2010), variazioni fisiche della sostanza nervosa (volumetriche, di peso, di direzionalità e di altezza) comportano disfunzioni in specifiche aree cerebrali. Nel tentativo di fornire spiegazioni esaurienti sul fenomeno della mente umana, il presente saggio scientifico considera alcune tesi di fondo che forniscono nuovi parametri fisici alla realtà che ci circonda. Alcuni non pensano che lo Spazio-Tempo sia un'unica entità indissolubile, affermando che il Tempo sia inesistente, oppure del tutto scollegato allo Spazio. Tutto ciò mette in discussione alcune leggi della fisica classica, della meccanica quantistica e della neuro-fisiologia.

### **Bibliografia.**

- ABREU-Villaça Y, Silva WC, Manhães AC, Schmidt SL.: *The effect of corpus callosum agenesis on neocortical thickness and neuronal density of BALB/cCF mice*. Brain Res Bull 58(4):411-416 (2002).
- AHN M.S. et al. : *Anatomic brain magnetic resonance imaging of the basal ganglia in pediatric bipolar disorder*. Journal of Affective Disorders, 107: 147 – 154 (2007).
- AMUNTS V.V.: *Individual variabilità in the structural asymmetry of the dorsomedial nucleus of the thalamus in men and women*. Neuroscience and Behavioral Physiology. Vol. 38, No. 7 (2008).
- AMUNTS K, Schulaug G, Scleicher A, Steinmetz H, Dabringhaus A, Roland PE, Zilles K.: *Asymmetry in the human motor cortex and handedness*. Neuroimage 4 : 216-222 (1996).
- ANDREASEN N.: *Brave new world*. New York: Oxford University Press, (2001).
- BALLERINE B.W.: *Neural bases of food-seeking: Affect, arousal and reward in corticostriatolimbic circuits*. Physiology and Behaviour, 86 (5): 717 – 730, (2005).
- BARTO, A.G. : *Adaptive critic and the basal ganglia*. In J.C. Houk, J.L. Davis, &D.G. Beiser (Eds): Models of information processing in the basal ganglia (pp. 215 – 232) Cambridge: MIT Press., (1995).
- BEKESTEIN J. D.: *L'informazione in un universo olografico*, Le Scienze, n. 421, settembre (2003).
- BERNS G. et al.: *Predictability modulates human brain response to reward*. Journal of neuroscience, 21 (8): 2793 – 2798, (2001).
- BERRIDGE K. C.: *Espresso reward learning, hold the dopamine: Theoretical comment on robinson et al.* Behavioral Neuroscience, 119 (1): 336 – 341 (2005).
- BERRIDGE K. C.: *The debate over dopamine's role in reward: The case for incentive salience*. Psychopharmacology (Berl.), 191 (3): 391 – 431 (2007).
- BLANCHET P.J. et al.: *Relevance of the MPTP primate model in the study of dyskinesia priming mechanism*. Parkinsonism & Related Disorders, 10: 297 – 304, (2004).
- BRAITENBERG V.: *The brain and its functions*. J Comp Neurosci 10:71-72 (2001).
- BYNE W. et al.: *The thalamus and schizophrenia: current status of research*. Acta Neuropathol., 117: 347 – 368, (2009).
- CABIB S, D'Amato FR, Neveu PJ, Deleplanque B, Le Moal M, Puglisi-Allegra S. : *Paw preference and brain dopamine asymmetries*. Neuroscience 64(2):427-432 (1995).
- CANGIZI M.A.: *Scaling the brain and its connections*. In Kaas, J.H., Krubitzer, L.A. (Eds). Evolution of Nervous System. A comparative Review, vol. 3. Mammals. Elsevier, Amsterdam, pp. 167 – 180, (2007).
- CAPRA F.: *Il punto di svolta*. Saggi. Univ. Economica Feltrinelli. Milano, (2008).
- CARDINAL R.N. et al.: *Emotion and motivation: the role of amygdala, ventral striatum, and prefrontal cortex*. Neuroscience and Behavioural Reviews, 26 839: 321 – 352, (2002).

CAREY S. & SPELKE E.: *Domain-specific knowledge and conceptual change*. In L.A.Hirschfeld e S.A. Gelman, Mapping the mind: Domain Specificity in Cognition and Culture, Cambridge UP, Cambridge, (1994).

CARRANTHERS P.: *The case of massively modular models of mind*. In R. Stainton (a cura di), Contemporary Debates in Cognitive Science, Blackwell, Oxford, (2005).

CASE T.N. : *Striatal plasticity and extrapyramidal motor dysfunction*. Parkinsonism & Related Disorders, 10: 305 – 313 (2004).

CHOMSKY, N.: *The minimalist Program*. MIT press, Cambridge (MA), (1995).

CHRISTOPH, G.R. et all.: *Stimulation of lateral habenula inhibits dopamine –containing neurons in the substantia nigra and ventral tegmental area of the rat*. Journal of Neuroscience, 6 (3): 613 – 619, (1986).

CHURCHLAND PM & CHURCHLAND PS: *On the Contrary*, MIT Press, Cambridge (MA), (1998).

COOK C.M. & PERSINGER M.A.: *Experimental induction of the sensed presence in normal subjects and an exceptional subject*. Perceptual and Motor Skills, 85: 683 – 693 (1997).

de la FUENTE – FERNANDEZ R, Kishore A, Calme DB, Ruth TJ, Stoessl AJ: *Nigrostriatal dopamine system and motor lateralization*. Behav Brain Res 112(1-2):63-68 (2000).

DAMASIO A.R.: *L'errore di Cartesio*. Adelphi edizioni s.p.a. – Milano, (1995).

DAW N. D. et all.: *Uncertainty – based competition between prefrontal and dorsolateral striatal systems for behavioural control*. Nature Neuroscience, 8 (12): 1704 – 1711, (2005).

DAWSON G., KLINGER LG et all.: *Subgroups of autistic children based on social behaviour display distinct patterns of brain activity*. J. Abnorm Child Psychol., 23: 569 – 583 (1995).

DICKINSON A. & BALLEINE, B.W: *The role of learning in the operation of motivational systems*. In C.R. Gallistel (Ed.), Learning, motivation and emotion: Vol. 3 (pp. 497 – 533) New York: John Wiley & Sons., (2002).

DOGIL G., Ackermann W, Grood H, Haider H, Kamp H, Mayer J, Reicker A, Wildgruber D.: *The speaking brain : a tutorial introduction to fMRI experiments in the production of speech, prosody and syntax*. J Neurolin 15:59-90 (2002).

DORION AA, Chantome M, Hasboun D, Zouaoui A, Marsault C, Capron C, Duyme M.: *Hemispheric asymmetry and corpus callosum morphometry : a magnetic resonance imaging study*. Neurosci Res 36:9-13 (2000).

FERNANDEZ E. and JELIMEK HERBERT F.: *Use of fractal theory in Neuroscience. Methods, advantages, and potential problems*. Methods: 24, 309 – 321 (2001).

FERNANDEZ E. et all. J. Comp. Neurol.: 347, pagg. 397 – 408 (1994).

FERSTER C.S.: SKINNER B.F.: *Schedules of reinforcement*, New York, Appleton-Century-Crofts, (1957).

FIORESCO et all.: *Afferent modulation of dopamine neuron firing differentially regulates tonic and phasic dopamine transmission*. Nature Neurosci., 6 (9): 968 – 973, (2003).

FITCH WT, Hauser MD, Chomsky N.: *The evolution of the language faculty: clarifications and implications*. Cognition 97(2):179-210 (2005).

FODOR J.A.: *The Mind Doesn't Work That Way*, MIT Press, Cambridge, (MA), (2000).

FORD K.M. & HAYES P.J.: *Su ali algoritmiche: ripensare gli obiettivi dell'intelligenza artificiale*. Le Scienze – Dossier, n 1, pp. 88 – 93, (1999).

FOUCAULT M.: *Scritti letterari*. Feltrinelli – Saggi. Editore Feltrinelli – Milano, (2004).

FRANKLIN DL, Luther F, Curzon ME. : *The prevalence of malocclusion in children with cerebral palsy*. Eur J Orthod 18(6):637-643 (1996).

FRANKLIN MS, Kraemer GW, Shelton SE, Baker E, Kalin NH, Uno H.: *Gender differences in brain volume and size of corpus callosum and amygdala of rhesus monkey measured from MRI images*. Brain Res 852 :263-267 (2000).

FRITH UTA : *L'autismo. Spiegazione di un enigma*. Editori Laterza, Bari (2009).

GAZZANIGA M.S.: *Funzioni divise per gli emisferi cerebrali*. Le Scienze N. 361, Settembre (1998).

GAZZANIGA, M.S.: *Cerebral specialization and interhemispheric communication*. Brain, 123: 1293 – 1326 (2000).

GRAYBIEL ANN M.: *Network-level neuroplasticity in cortico – basal ganglia pathways*. Parkinsonism & Related Disorders, 10: 293 – 296 (2004).

GARDNER W. (1978), *Children with learning and behavior problems*, Allyn& Bacon, Boston.

GEORGE MS, COSTA DC et all.: *Cerebral blood flow abnormalities in adults with infantile autism*. J. Nerv. Ment. Dis., 180: 413 – 417 (1992).

GIEDD JN, Castellanos FX, Rajapakse JC, Kaysen D, Vautuzis AC, VaussYC, Hamburger SD, Rapoport JL.: *Cerebral MRI of human brain development: ages 4-18*. Biol Psychiatry 37:593-683 (1995).

GIEDD JN, Rumsey JM, Castellanos FX, Rajapakse JC, Kaysen D, Vaituzis AC, Vauss YC, Hamburger SD, Rapoport JL.: *A quantitative MRI study of the corpus callosum in children and adolescents*. Brain Res Dev Brain Res 91:274-280 (1996).

GIORGIO A: et all.: *Longitudinal changes in grey and white matter during adolescence*. Neuroimage, 49: 94 – 103, (2010).

GLENN ANDREA L: et all.: *Increased Volume of the Striatum in Psychopathic Individuals*. Biol. Psychiatry; 67: 52 – 58 (2010).

GOOD C., Johnsrude IS, Ashburner J, Henson RNA, Friston KJ, Frackowiak RSJ.: *A voxel-based morphometric study of ageing in 465 normal adult human brains*. Neuroimage 14:21-36 (2001).

GOODMAN N. : *I linguaggi e l'arte*. Editrice EST, Milano, (1998).

GOODWIN B.: *How the leopard changed its spots: the evolution of complexity*. Great Britain, Phoenix, (1994).

GUEHL D. et all: *Primate model of distonia*. Progress in Neurobiol., 87: 118 – 131 (2009).

GWINNUTT C.L. & SAHA B. : *Cerebral flow and intracranial pressure*. Anesthesia and intensive care medicine, 6 – 5 : 153 – 156 (2005)

HAIKONEN PENTTI O. A.: *The Challenges for Implementable Theories of Mind*. Journal of Mind Theory Vol. 0, No1. pp 99 – 110, (2009).

HAIKONEN PENTTI O. A. : *The Role of Associative Processing in Cognitive Computing*. Cognitive Computation. Volume 1, Number 1 / March, (2009).

HAIKONEN PENTTI O. A.: *Machine Consciousness: New Opportunities for Information Technology Industry*. International Journal of Machine Consciousness (IJMC). Volume: 1, Issue: 2 (December 2009) pp. 181-184, (2009).

HAIKONEN PENTTI O. A. : *Qualia and Conscious Machines*. International Journal of Machine Consciousness (IJMC). Volume: 1, Issue: 2 (December 2009) pp. 225-234 , (2009).

HALLET P.J. et all.: *Rationale for and use of NMDA receptor antagonists in Parkinson's disease*. Pharmacology & Therapeutics, 102: 155 – 174 (2004).

HAMEROFF STUART R.: *The brain as both neurocomputer and quantum computer*. Cognitive Science, 31: 1035 – 1045, (2007).

HART BL, Hart LA, Pinter-Wollman N.: *Large brains and cognition: where do elephants fit in?* Neurosci. Biobehav. Rev.: 32 (1): 86 – 98 (2008).

HILLIAN J.: *Il sogno ed il mondo infero*. Adelphi, Milano, (2003).

HOLLAND JH: *Emergence: from chaos to order*. Oxford: Oxford University Press, (1998).

HOLLAND PC & GALLANGER M.: *Amygdala circuitry in attentional and representational processes*. Trends in Cognitive Sciences, 3 (2): 65 – 73, (1999).

HOPKINS WD & LORI MARINO: *Asymmetries in cerebral width in nonhuman primate brains as revealed by magnetic resonance imaging (MRI)*. Neuropsychologia 38: 493-499 (2000).

HOUK J.C. et all.: *A model of how the basal ganglia generate and use neural signals that predict reinforcement*. In J.C. Houk J.L. Davis, & D.G. Beiser (Eds.) *Models of information processing in the basal ganglia*. (pp. 249 – 270). Cambridge: MIT Press., (1995).

HUDETZ ANTAL G.: *Mathematical model of oxygen transport in the cerebral cortex*. Brain Res 817:75-83 (1999).

HUTSLER J.J. & Cazzaniga, M.S. : *Acetylcholinesterase staining in human auditory and language cortices : Regional variation of structural features*. Cerebral Cortex, 6 : 260 – 270 (1996).

HUTSLER J.J.: *The specialized structure of human language cortex : pyramidal cell size asymmetries within auditory and language - associated regions of the temporal lobes*. Brain & Language. 86:226-242 (2003).

ISAEVA VV, Pushchina EV, Karetin Yu A.: *The quasi – fractal structure of fish brain neurons*. Russian Journal of Marine Biology 30(2) (2004).

JENNER, A.R., Rosen, G.D., and Galaburda, A.M. : *Neuronal asymmetries in primary visual cortex of dylexic and nondyslexic brains*. Annals of Neurology, 46 : 189 – 196 (1999).

JENSEN J. et all.: *Separate brain regions code for salience vs. valence during reward prediction in humans*, Human Brain Mapping, 28: 294 – 302 (2007).

JOEL D. et all.: *Actor-critic models of the basal ganglia: new anatomical and computational perspectives*. Neural networks, 15: 535 – 547 (2002).

JOEL D. & WEINER I.: *The organization of the basal ganglia-thalamocortical circuits: open interconnected rather than closed segregated*. Neuroscience, 63: 363 – 379, (1994).

JOHNSON S.: *Emergence: the connected lives of ants, brains, cities and software*. Great Britain: The Penguin Press, (2001).

JOLY MARTINE: *Introduzione all'analisi dell'immagine*. Lindau edizioni, Torino (1999).

KAAS J.H.: *Reconstructing the organization of neocortex of the first mammals and subsequent modifications*. In Kaas J.H., Krubitzer, L.A. (Eds). Evolution of Nervous System. A comparative Review, vol. 3. Mammals. Elsevier, Amsterdam, pp. 27 – 48, (2007).

KADOSH R. C. et all.: *Double dissociation of format-dependent and number-specific neurons in human Parietal Cortex*. Cerebral cortex, doi: 10.1093 - 5 Januar, (2010).

KAZDINA : *Behavior modification in applied settings*, The Dorsey Press, Homewood, Illinois.(1975)

KACELNIK A.: *Normative and descriptive models of decision making: Time discounting and risk sensitivity*. In G.R. Bock & G. Cardew (eds), Characterizing human psychological adaptations: Ciba Foundation symposium, 208 (pp. 51 – 70) Chichester: Wiley, (1997).

KILLCROSS, S. & COUTUREAU, E.: *Coordination of actions and habits in the medial prefrontal cortex of rats*. Cerebral Cortex, 13: 400 – 403, (2003).

KNUTSON B. et all.: *Representation of subjective value in the striatum*. In P.W. Climcher et all. (Eds.), Neuroeconomics: Decision making and the brain. New York, NY: Academic Press, (2008).

KNUTSON B. et all: *Dissociation of reward anticipation and outcome with event-related fMRI*. Neuroreport, 12 (17): 3683 – 3687, (2001).

KOSSLYN S.M., et all.: *A Computational analysis of Mental Imagery Generation: Evidence for functional Dissociation in Split Brain Patients*. Journal of Experimental Psychology: General, 114: 311 – 341, (1985).

KUANG-LIN LIN, Kuo-Shin Chen, Meng-Ying Hsieh, Hwei-Shyong Wang: *Transcranial color Doppler sonography on healthy pre-school children: flow velocities and total cerebral blood flow volume*. Brain & Development, 29: 64 – 68 (2007).

KUSCHINSKY W, VOGEL J.: *Control of flow on the microvascular level*. International Congress Series 1235:501-507 (2002).

LACHISH U.: *Osmosis and thermodynamics*. Am. J. Phys., 75 (7), (2007).

LAKE CR: *Disorders of thught are severe mood disorders: the selective attentino defect in mania challenges the Kraepelian Dichotomy – a review*. Schizophr. Bull., 34 (1): 109 – 117, (2008).

LAZAR RM, Marshall RS, Pile-Spellman J, Duong HC, Mohr JP, Young WL, Solomon RL, Perera GM, DeLaPaz RL: *Interhemispheric transfer of language in patients with left frontal cerebral arteriovenous malformation*. Neuropsychologia 38:1325-1332 (2000).

LEDOUX J: *Il cervello emotivo*. Baldini & Castoldi, Milano, (1998).

LIBET B.: *The Timing of a Subjective Experience*. Behavioral and Brain Sciences, 12: 183 – 185, (1989).

LIN Z.: *Unconscious inference and conscious representation: why primary visual cortex (V1) is directly involved in visual awareness*. Behavioral and Brain Sciences, 31: 209 – 210, (2008).

LIN Z. and HE S. *Seeing the invisible: the scope and limits of unconscious processing in binocular rivalry*. Progress in Neurobiology, 87: 195 – 211, (2009).

LLEWELLYN SUE: *In two minds? Is schizophrenia a state "trapped" between waking and dreaming?* Medical Hypotheses, 73, 572-579 (2009).

LJUNGBERG, T. et all.: *Response of monkey dopamine neurons durino learning of behavioral reactions*. Journal of Neurophysiology, 67 (1): 145 – 163, (1992).

LOVICK TA, Brown LA, Key BJ.: *Neurovascular relationships in hippocampal slices: physiological and anatomical studies of mechanisms underlying flow-metabolism coupling in intraparenchymal microvessels*. Neurosci 92(1):47-60 (1999).

MALDACENA J.: *L'illusione della gravità*, Le Scienze, gennaio 2006.

MALKOVA, L. and MISHKIN, M.: *One-trial memory for object-place associations after separate lesions of hippocampus and posterior parahippocampal region in the monkey*. Journal of Neuroscience 23: 1956-1965, (2003).

MARINO LORI, Ubsen MD, Frohlich B, Aldag JM, Blane C, Bohaska D, Whitmore Jr C.: *Endocranial volume of Mid-late Eocene Archaeocetes (order : Cetacea) revealed by computed*

tomography : implications for Cetacean brain evolution. *J Mammalian Evolution* N. 7, Nov (2000).

MARR D.: *Vision: A computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. Freeman, San Francisco, (1982).

MARRAFFA M., MEINI C. : *Verso una psichiatria cognitiva*. In "Sistemi intelligenti", 16 (2), pp. 159 – 183, (2004).

McALONAN K. et al.: *Guarding the gateway to cortex with attentino in visual thalamus*. *Nature*, 456: 391 – 394 (2008).

McCLURE S.M. et al.: *Temporal predictions errors in a passive learning task activate human striatum*. *Neuron*, 38 (2): 339 – 346, (2003).

McCLURE S.M. et al.: *Neural correlates of behavioral preference for culturally familiar drinks*. *Neuron*, 44 (2): 379 – 387, (2004).

MENON M. et al.: *Temporal difference modelling of the blood-oxygen level dependent response durino eversive conditioning in humans: Effects of dopaminergic modulation*. *Biological Psychiatry*, 62 (7): 765 – 772, (2007).

MERZENICH, M.M., KAAS, J.H. et al.: *Topographic reorganization of somatosensory cortical areas 3B and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation*. *Neuroscience*, 8: 35-55 (1983).

MERZENICH, M.M., KAAS, J.H , et al.: *Progression of ch'ange following median nerve section in the cortical representation of the hand in the areas 3-B and 1 in adult owl and squirrel monkeys*. *Neuroscience*, 10: 639 – 665 (1983).

MERZENICH, M.M. et al.: *Somatosensory cortical map changes following digit amputation in adult monkeys*. *J. Comp. Neurol.*, 224: 591 – 605 (1984).

MERZENICH, M.M.: *Sources of intraspecies and interspecies cortical map variabilità in mammals: Conclusions and hypotheses*. In M.J. Cohen and F. Strumwasser (eds.), *Comparative Neurobiology: Modes of Comunication in the Nervous System*. New York: Wiley, pp. 105-116 (1985).

METZINGER THOMAS: *Il tunnel dell'io*. Raffaello Cortina Editore – Milano, (2010).

MONTAGUE, P. R., et al.: *Using aperiodic reinforcement for directed self-organization*. In C.L. Giles, S.G. Hanson, & J.D. Cowan (Eds.), *Advances in neural information processing systems: Vol. 5* (pp.969 – 976). San Matteo, CA: Morgan Kaufman, (1993).

MONTAGUE, P. R. et al.: *Bee foraging in uncertain environments using predictive Hebbian learning*. *Nature*, 377: 725 – 728, (1995).

MONTAGUE, P. R. et al.: *A framework for mesencephalic dopamine systems based on predictive hebbian learning*. *Journal of Neuroscience*, 16 (5): 1936 – 1947, (1996).

MONTAGUE, P. R. et al.: *Dynamic gain control of dopamine delivery in freely moving animals*. *Journal of Neurosci.*, 24 (7): 1754 – 1759, (2004).

MOUNTZ JM, TOLBERT LC et al.: *Functional deficits in autistic disorder: cheracterization by technetium-99m-HMPAO and SPECT*. *J. Nucl. Med.*, 36: 1156 – 1162, (1995).

MOSHAROV EUGENE V: *Interplay between cytosolic dopamine, calcium, and alpha-synuclein causes selective death of substantia nigra neurons*. *Neuron* ;62(2):218-29. (2009).

NADEAU S.E. & CROSSON B.: *Subcortical aphasia*. *Brain and language*, 58: 355 – 402 (1997).

NICHEL R Schummer., August Seiferle E.: *Trattato di Anat. degli A.a. Dom.*, Ambrosiana - Milano (1998).

NICHOLS S. & STICH S. : *Reading one's own mind : a cognitive theory of self-awareness*. Oxford University Press, Oxford (2001).

NIV YAEL: *Reinforcement learning in the brain*. *Journal of Mathematical Psychology*, 53: 139 – 154 (2009).

NIV Y.: *The effects of motivation on habitual instrumental behavior*. Unpublised doctoral dissertation, The Hebrew University of Jerusalem. (2007).

NIV Y. et al.: *Choice values*. *Nature Neuroscience*, 9 (8): 987 – 988, (2006).

NOPOULOS PC, FLAUM M, O'LEARY D, ANDREASEN N.: *Sexual dimorphism in human brain : evalutation of tissue volume, tissue composition and surface anatomy using magnetic resonance imaging*. *Psychiatry Res* 98,(1) :1-13 (2000).

NOPOULOS PC, RIDEOUT D, CRESPO-FACORRO B, ANDREASEN NC.: *Sex Differences in the absence of massa intermedia in patients with schizophrenia versus healthy controls*. *Schizophr Res* 48(2-3):177-185 (2001).

O' DOHERTY J.P., et all. : *Dissociable roles of ventral and dorsal striatum in instrumental conditioning*. Science, 304 (5669) : 452 – 454, (2004).

OISHI M, Mochizuki Y, Shikata E. : *Corpus callosum atrophy and cerebral blood flow in chronic alcoholics*. J Neurol. Sci 162(1) : 51-55 (1999).

OLDS, J., MILNER, P.: *Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain*. J.Comp. Physiol. Psychol. 47: 419–427, (1954).

OLIVEIRO A.: *Introduzione alle neuroscienze*. Il Sole 24 Ore S.p.A., (2009).

PAGNONI G. et all. : *Activity in human ventral striatum linked to errors of reward prediction*. Nature Neuroscience, 5 (2) : 97 – 98, (2002).

PARENT A. & HAZRATI, L.N. : *Anatomical aspects of information processing in primate basal ganglia*. Trends in Neurosciences, 16 (3) : 111 – 116, (1993).

PAUS T, Collins DL, Evans AC, Leonard G, Pike B, Zijdenbos A.: *Maturation of white matter in the human brain : a review of magnetic resonance studies*. Res Bull 54(3) :255-266 (2001).

PENROSE R. : *The Large, the Small and the Human Mind*. Cambridge, University Press, Cambridge, (1997).

PINKER S.: *L'istinto del linguaggio*. Mondadori, Milano (1998).

POREMB, A., SAUNDERS, R.C., CRANE, A.M., COOK, M., SOKOLOFF, L., and MISKIN, M.: *Functional mapping of the primate auditory system*. Science 299: 568-572, (2003).

POTTER MC : *Thermodynamics*. McGraw - Hill, (2009).

POTH C. et all.: *Neuron numbers in sensory cortices of five delphinids compared to a physterid, the pygmysperm wale*. Brain Res. Bulletin, 66: 357 – 360 (2005).

PREUSCHOFF K. et all. : *Neural differentiation of expected reward and risk in human subcortical structures*. Neuron, 51 (3) : 381 – 390, (2006).

PUTNAM HILARY: *Mente, corpo, mondo*. Il Mulino, saggi – Bologna, (2003).

RAICHLE E. M. & Fox M.D. : *Spontaneous Fluctuations in Brain Activity Observed with Functional Magnetic Resonance Imaging*. Nature Rew. Neurosci., Vol. 8, pp. 700 – 711 - September, (2007).

RAJPUT ALI H. et all.: *Human brain dopamine metabolism in levodopa-induced dyskinesia and wearing-off*. Parkinsonism & related Disorders, 10: 221 – 226 (2004).

RAPPOPORT SI.: *How did the human brain evolve? A proposal based on new evidence from in vivo brain imaging during attention and ideation*. Brain Res Bull 50(3):149-165 (1999).

ROESCH, M.R. et all.: *Dopamine neurons encode the better option in rats deciding between differently delayed or sized rewards*. Nature neurosci., 10 (12): 1615 – 1624, (2007).

ROMO R. & SCHULTZ W.: *Dopamine neurons of the monkey midbrain: Contingencies of responses to active touch during self-initiated arm movements*. The Journal of Neurophysiology, 63: 592 – 606, (1990).

ROSEN GD.: *Cellular, morphometric, ontogenetic and connectional substrates of anatomical asymmetry*. Neurosci Biobehav Rev 4:607-615 (1996).

ROSS D.M. AND ROSS S.A.: *Hyperactivity: research, theory and action*, John Wiley & Son, NewYork, (1976).

ROSS A.O.: *Psychological disorders of childhood: a behavioral' approach to theory*. Re-search and therapy, McGraw-Hill Book Co., New-York, (1974).

SAALMANN YURI B. and KASTNER Sabine: *Gain control in the visual thalamus during perception and cognition*. Current Opinion in Neurobiology, 19: 408 – 414 (2009).

SAKAI KL, Hashimoto R, Homae F.: *Sentence processing in the cerebral cortex*. Neurosci Res 39(1) : 1-10 (2001).

SALERIAN ALEN J.: *Thermodynamic laws apply to brain function*, Medical Hypotheses, 74: 270 – 274 (2010).

SCHÖMBERG. T. et all.: *Reinforcement learning signals in the human striatum distinguish learners from nonlearners during reward-base decision making* . Journal of Neurosci., 27 (47): 12860 – 12867, (2007).

SCHULTZ, W.: *Getting formal with dopamine and reward*. Neuron, 36 (2): 241 – 263, (2002).

SCHULTZ, W. et all.: *Responses of monkey dopamine neurons to reward and conditioned stimuli during successive steps of learning a delayed response task*. Journal of Neurosci, 13 (3): 900 – 913 (1993).

SEYMOUR B. et all.: *Temporal difference models describe higher-order learning in humans*. Nature, 429 (6992): 664 – 667, (2004).

SHEPARD R.N. & COOPER L. A.: *Mental Images and Their Transformations*. MIT Press/A. Bradford Books, Cambridge, MA, (1982).

SKINNER B.F.: *Two types of conditioned reflex and pseudo type*. Journal of General Psychology, 12: 66-67 (1935).

SMOLIN LEE: *L'universo senza stringhe*. Le Scienze, Torino, (2010).

SNOW JC et al.: *Impaired attentional selection following lesions to human pulvinar: evidence for homology between human and monkey*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 106: 4054 – 4059, (2009).

STROETZNER C.R. et al.: *State-dependent plasticity of the corticostriatal pathway*. Neuroscience, 165: 1013 – 1018, (2010).

SULLIVAN EV, Marsh L, Mathalon DH, Lim KO, Pfefferbaum A.: *Age-related decline in MRI volumes of temporal lobe Gray matter but not hippocampus*. Neurobiology of Aging 16(4):591-606 (1995).

SULLIVAN EV, Rosenbloom MJ, Desmond JE, Pfefferbaum A. *Sex differences in corpus callosum size: relationship to age and intracranial size*. Neurobiol Aging 22(4):603-611 (2001).

SUTTON R.S. & BARTO A.G.: *Time-derivstive models of Pavlovian reinforcement*. In M. Gabriel, & J. Moore (Eds): *Learning and computational neuroscience: Foundations of adaptive networks* (pp. 497 – 537). MIT Press, (1990).

SUTTON R.S.: *A unified theory of expectation in classical and instrumental conditioning*. Unpublisced bachelors thesis, (1978).

SUTTON R.S. & BARTO A. G.: *Reinforcement learning: An Introduction*. MIT Press, (1998).

SZYCIK G.R. et al.: *Audiovisual integration of speech is disturbed in chizophrenia: an MRI study*. Schizophrenia res., 110 (1 – 3): 111 – 118, (2009).

TAKASHI OHNISHI et al.: *Abnormal regional cerebral blood flow in chidhood autism*. Brain, vol. 123, No 9, 1838 – 1844, september (2000).

TADASHI HAMASAKI et al.: *Neuronal cell migration for the developmental formation of the mammalian striatum*. Brain Res. Rev., 41: 1- 12 (2003).

TILLFORS M, Furmark T, Marteinsdottir I, Fredrikson M.: *Cerebral blood flow during anticipation of public speaking in social phobia: a PET study*. Biol Psychiatry 52 (11):1113-1119, (2002).

TOGA, A.W., THOMPSON P.M.: *Mapping brain asymmetry*. Nature Reviews Neuroscience, vol 4 – January (2003).

TREVARTHEN C.: *Lateral asymmetries in infancy: implications for the development of the hemispheres*. Neurosci Biobehav Rev 20(4):571-586 (1996).

UPADHYAY J., et al.: *Diffusion tensor spectroscopy and imaging of the arcuate fasciculus*. NeuroImage; 1 – 9; 39 (2008).

UZUNER N, Yalcinbas O, Gucuyener D, Ozdemir G.: *Hand gripping effect on cerebral blood flow in normal subjects*. Eur J Ultrasound 11(2): 147-150 (2000).

VALDIZAN JR, Abril Villalba B, Mendez Garcia M, Sans Capdevila O, Pablo MJ, Peralta P, Lasierra Y, Bernal Lafuente M.: *L'onda N400*. Rev Neurol ;36(5):425-428, (2003).

VALENTIN V.V. et al.: *Determining the neural substrates of goal-directed learning in the human brain*. Journal of Neuroscience, 27 (15): 4019 – 4026, (2007).

VERMOOIJ MW, Smits M., Wielopolski PA, Houston GC, Krestin GP, and van der Lugt: *Fiber density asymmetry of the arcuate fasciculus in relation to functional hemispheric language lateralization in both right – and left-handed healty subjects: A combined fMRI and DTI study*. NeuroImage 35, 1064 – 1076 (2007).

WAELTI, P. et al.: *Dopamine responses comply with basic assumptions of formal learning theory*. Nature, 412: 43 – 48, (2001).

WALL, P. D., and EGGER, M. D.: *Formation of new connections in adult rat brains after partila deafferentation*. Nature, 232: 542 – 545 (1971).

WANG H.: *Reflections on Kurt Gödel*. MIT Press, Cambridge, (1991).

WEISS PAUL A.: *Within the Gates of Science and Beyond*, Hafner, New York (1971).

WICKETT J, Philip A, Vernon, Donald H, Lee: *Relationships between factors of intelligence and brain volume*. Pers Individ Dif 29:1095-1122 (2000).

WILSON J.R., ROBECHM.C. (1975), *Fondamenti psicologici dell'insegnamento e dell'apprendimento*, Brescia, La Scuola.

WILSON T.: *Strangers to Ourselves. Discovering the Adaptive Unconscious*. Harward university Press. Harward, (2002).

WISE, R.A. et all.: *Neuroleptic-induced "anergia" in rats: pimozide blocks reward quality of food*. Science, 201 (4352): 262 – 264, (1978).

WISE, R.A. et all.: *Major attenuation of food reward with performance-sparing doses of pimozide in the rat*. Canadian Journal of Psychology, 32: 77-85, (1978).

WITELSON SF.: *The brain connection: the corpus callosum is larger in left-handers*. Science 229:665-668 (1985).

WITELSON SF, Pallie W.: *Left hemisphere specialization for language in the newborn. Neuroanatomical evidence of asymmetry*. Brain 96:641-646 (1973).

WITELSON SF.: *Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. A postmortem morphological study*. Brain 112:799-835 (1989).

WOOD A.G. et all.: *Asymmetry of language activation relates to regional callosal morphology following early cerebral injury*. Epilepsy & Behavior. 12: 427 – 433 (2008).

YERKES, R.M. & MORGULIS S.: *The method of Pawlow in animal psychology*. Psychological Bulletin, 6: 257 – 273, (1909).

YIN, H.H. et all.: *Blockade of NMDA receptors in the dorsomedial striatum prevents action-outcome learning in instrumental conditioning*. European Journal of Neurosci., 22 (2): 505 – 512, (2005).

YOSHITAKA KUMAKURA et all.: *Age-dependent decline of steady state dopamine storage capacity of human brain: an FDOPA PET study*. Neurobiology of aging, 31: 447 – 463, (2010).

ZE WANG, Maria Fernández – Seara et all.: *Assessment of functional development in normal infant brain using arterial spin labeled perfusion MRI*. NeuroImage: 39, 973 – 978 (2008).

F I N E