

TERMODINAMICA – ANATOMIA – PSICOLOGIA

Giuseppe Costantino Budetta

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

Roger Penrose: "La coscienza dev'essere al di là della fisica computabile"

Prefazione. La visione emergente dell'anatomia comparata e della fisiologia apre nuove prospettive di ricerca: dall'Homo Sapiens sapiens ad Homo-post-umano. L'idea secondo cui l'anatomia e la fisiologia del corpo umano e animale siano spiegabili, in linea di principio, solo in termini di processi meccanici locali è residuo di vecchie teorie. Questa opinione è stata respinta dai fondatori della meccanica quantistica che hanno introdotto nell'equazioni dinamiche di base, scelte che non sono determinate da processi meccanici locali. La fisica quantistica sottende non solo l'anatomia e la fisiologia degli organismi viventi, ma arriva a comprendere la sfera psicologica umana. In particolare, l'anatomia umana non è più spiegabile in termini d'interazioni meccaniche tra realtà materiali, come tra organi e apparati. I fenomeni quantistici, compreso la coscienza, sono soggettivi e non deterministici. Non sarebbe una coincidenza il fatto che due degli aspetti più fondamentali dell'esistenza – la coscienza e i fenomeni quantistici – condividano la stessa natura soggettiva e probabilistica. La fisica classica non ha tale natura. Questa è la principale ragione per studiare il corpo umano sotto una diversa prospettiva, compreso la coscienza.

Trattando argomenti di anatomia comparata e di fisiologia, esplorerò la posizione della psicologia nella condizione postmoderna e transumana, evitando scorciatoie e semplificazioni. La scienza non può dire come siano nati lo spazio, il tempo, la materia e l'energia. L'incompletezza della scienza porta a una conclusione: il modello della ricerca scientifica e dell'intelligenza artificiale condurrà comunque in un vicolo cieco. Il famoso astronomo Sir Arthur Eddington dichiarò: "Ho paura della parola realtà."

Da oltre 3000 anni, si conosce il concetto di coscienza (*thymos*). Per Socrate, il cervello creava la coscienza. Aristotele invece sostenne che le qualità mentali appartenevano alla realtà fondamentale (la sostanza fondamentale). In Omero, *thymos* indicava emozioni, desideri, o un impulso interno (movimento, agitazione). *Thymos*, possessione permanente della persona vivente, a cui appartenevano pensiero e sentimenti. Quando nelle opere omeriche un eroe è sottoposto a situazioni stressanti può esternare il *thymos*, conversando con esso (come se fosse un'altra persona).

Iliade, XVI, 529: Archiloco è turbato, il suo *thymos* è depresso come un guerriero debole. Il suo *thymos* gli dice «leva gli occhi e difenditi contro i tuoi nemici» (framm. 67). Archiloco dunque parla al suo *thymos* come a un'altra persona.

Il prof Richard Broxton Onians osservò che *thymos* è entità calda, chiusa nei polmoni (ritenuti organi dell'intelligenza). *Thymos* è ambivalente: è *psyché* ($\psi\upsilon\chi\eta$) quando abbandona il corpo dopo l'ultimo respiro: ψ è il flusso del vento, il rumore del respiro...

Accade anche che *thymos* e *psyché* lascino insieme il corpo: *psyché* lo abbandona giungendo nell'ADE (Ἄδης), ma *thymos* è distrutto dalla morte.

Non c'è un modello di completezza, perché non necessario. L'esistenza è completa per sua stessa natura. Non puoi esistere come essere umano, senza essere coscienza. Tuttavia, la coscienza è inosservabile. I neuroscienziati cercano regioni cerebrali specifiche, o insiemi di regioni cerebrali sotto forma di circuiti e reti spazialmente discontinue, da supporto alla coscienza umana. Altri cercano prove convincenti sul ruolo di modelli distribuiti su larga scala, inerenti la strutturazione corticale. La coscienza non è solo un sistema binario acceso-spento, conscio o inconscio, ma qualcosa che può comprendere un continuum di stati diversi che coinvolgono vari tipi di funzionamento cerebrale ed extra-cerebrale. Una teoria ben definita sul quesito di come la Mente umana emerga a partire da specifiche strutture cerebrali, dipende in ultima analisi dalle ipotesi e dalle prove che genera: la Mente come entità speciale che processa ed elabora le informazioni del cervello. Nella Mente, è radicata la coscienza individuale. La Mente come proprietà emergente. La Mente come interazione dinamica di energia, entropia e informazione cerebrale.

Centrale è la necessità di sviluppare ipotesi verificabili che riuniscano intuizioni inerenti molteplici sotto-discipline, dalla psicologia all'anatomia comparata, dall'evoluzione delle specie alla fisiologia cerebrale, aggiungendovi teorie e metodi, raccolti dalle neuroscienze. Colmare queste divisioni transdisciplinari è grossa sfida. Tornando al problema della coscienza, questa entità non è riducibile unicamente all'attività neurale.

L'esperienza cosciente non proviene dal cervello. L'esperienza cosciente non è localizzabile in precise aree cerebrali, o in specifiche attività neuronali. Il cervello crea solo schemi circa alcune attività neuronali complesse, originando il senso di felicità, di malinconia, di tristezza, di soddisfazione, o altro. Schemi neurali complessi, correlati a specifiche sensazioni soggettive coscienti (di felicità, malinconia...). Si tratta di schemi neuronali che non corrispondono a effettive sensazioni. Uno scienziato che osserva, per esempio, il mio cervello e vede questo schema, deve per forza chiedermi cosa provo, perché lo schema non è la sensazione in sé, ma una sua rappresentazione. Non possiamo ridurre l'esperienza cosciente di ciò che percepiamo, sentiamo e pensiamo ad alcuna attività cerebrale. Possiamo solo trovare correlazioni a queste esperienze. Uno dei tanti motivi per cui l'atto cosciente è incomprendibile è che, sotto molti aspetti, è in contraddizione con la scienza ufficiale. Non si può determinare da dove essa si origina, pur essendo onnicomprensiva. Gli eventi vi si attualizzano: passato e futuro, essendo in essa possibilità. E' collegabile il fenomeno cosciente al collasso della funzione d'onda? Nella meccanica quantistica, l'osservatore sembra far collassare una sovrapposizione di possibilità in un singolo stato definito. Nel caso in cui la coscienza sia un fenomeno quantistico, potrebbe allora spiegarsi come la nostra esperienza soggettiva faccia collassare le molte possibilità del mondo quantistico nella realtà classica che ognuno percepisce.

Controversie

Lo zero ha valore speciale? La divisione di un numero per zero non funziona. **La divisione è l'inverso della moltiplicazione.** Ad esempio, $6/2 = 3$, cioè $2*3 = 6$. La divisione ci dice cosa moltiplicare per un numero per ottenerne un altro. Questa relazione vale per due numeri qualsiasi, col divisore diverso da zero. Con lo zero come divisore, il principio di moltiplicazione crolla. Dato che la divisione per zero porta a contraddizioni, perché non assegnarle semplicemente un valore speciale? Questa proposta si scontra con seri problemi col modo in cui sono strutturate l'aritmetica e l'algebra.

Forza di gravità. La gravità (g) può contrarre, o allungare lo spazio, ma costante è il campo gravitazionale terrestre. Comunque, c'è dilatazione del Tempo fisico se andiamo in bicicletta, rispetto a una persona ferma pur essendo la differenza trascurabile rispetto alla velocità della luce. Nelle grandi ere geologiche, Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico, l'ottimale contrasto alla gravità terrestre avrebbe avuto un ruolo determinante sull'evoluzione biologica in un flusso di tempo importante, in un ambiente (il pianeta Terra) con gravità più o meno costante. Sembrerebbe che per una data specie, per esempio di mammiferi, pur essendo la gravità terrestre costante, lo spazio-tempo evolutivo accelera, o rallenti (dilatazione spazio-temporale) rispetto ad altre specie di animali. La *dilatazione evolutiva spazio-temporale* di una specie di animali è relazionata a peculiarità corporee, morfo-strutturali e funzionali: sistemi di difesa offesa, caratteristiche cerebrali e scheletriche... Ciò che dilata lo *spazio-tempo del dominio evolutivo*, accorciandone in modo diretto o indiretto la durata, è la capacità di contrastare al meglio la gravità terrestre. In un qualsiasi organismo vivente, l'omeostasi ostacola il Chaos interno che la forza di gravità (G) terrestre incrementa. Più forte è la gravità e più il Tempo e il Chaos, all'interno di ogni organismo, tendono ad accelerare. Al contrario, più una specie vivente contrasta al meglio la forza di gravità terrestre e meno il Tempo in essa accelera, ritardando il Chaos. Ruolo determinante ha la gravità nello sviluppo dell'intero mondo organico, influenzandone l'evoluzione biologica. Tra l'altro, gli organismi terrestri e marini si sono adattati alla gravità, sviluppando una serie di specifiche strutture anatomiche. Il campo gravitazionale terrestre sarebbe dunque alla base dell'evoluzione biologica, accelerando, o ritardando i cambiamenti morfo-strutturali e funzionali degli organismi viventi, dal metabolismo alla formazione di sistemi più conservativi, incluso la genetica. Determinanti sarebbero le forze gravitazionali sulla forma e dimensione corporea degli animali. In razze di mammiferi, in particolare nell'Uomo e nelle scimmie, la gravità (G) avrebbe incrementato lo sviluppo degli organi di supporto, di specifici segmenti scheletrici, migliorato la prensione degli alimenti, l'emodinamica e incrementato le asimmetrie cerebrali. Forza

fondamentale dell'Universo, la gravità dà peso agli oggetti fisici ed è presenza costante nell'evoluzione della biologia terrestre. La gravità influenza la biologia a diversi livelli, tra cui la genetica: ciclo cellulare, metabolismo, percorsi associati alla trasduzione del segnale genetico... In biochimica, agisce sulla disposizione del citoscheletro e sull'attività della NADPH ossidasi. A livello evolutivo, la gravità terrestre ha incrementato somiglianze e differenze tra le specie e condizionato la riproduzione. Negli uccelli, la riduzione delle forze di gravità ha incrementato lo sviluppo di ossa pneumatiche, collegate ai sacchi aerei.

Il campo gravitazionale è considerato uno dei fattori più costanti sull'evoluzione del cervello, in particolare nei suoi passaggi cruciali: "encefalizzazione", "corticalizzazione", "lateralizzazione" e "frontalizzazione": Mei Lei, Zhou Chuan-dai, Lan Jing-quan, Wang Zhi-ging, Wu Wen-can, Xue Xin-min, (1983). E' infine possibile meglio delineare le implicazioni della gravità sull'evoluzione neuroanatomica nelle scimmie e negli esseri umani. I cambiamenti nel cervello umano suggeriscono un miglioramento significativo delle capacità cognitive generali, della flessibilità comportamentale, dell'apprendimento e della pianificazione rispetto alle scimmie.

Il linguaggio umano. Ulteriori cambiamenti, durante l'evoluzione, suggeriscono un miglioramento ancora maggiore delle stesse capacità, correlate al linguaggio umano. Il presente saggio tratta le implicazioni anatomiche e strutturali che hanno meglio inciso sull'evoluzione appunto del linguaggio umano. Si ritiene che la capacità di diffondere informazioni col linguaggio sia uno dei segni più evidenti di percezione cosciente. Sebbene il linguaggio non sia necessario per la percezione e l'elaborazione cosciente, l'emergere di circuiti linguistici negli esseri umani potrebbe aver comportato un aumento considerevole della velocità, della facilità e della flessibilità nella condivisione delle informazioni.

Onde di probabilità. L'universo fisico e il fenomeno cerebrale da cui si origina la coscienza umana mostrano lo stesso substrato, quello descritto dalla meccanica quantistica dove elettroni, fotoni, muoni, quark e per alcuni aspetti, gli stessi protoni sono configurati come onde di probabilità. Sembra che l'intero mondo sia sorretto dalla probabilità. I meccanismi cerebrali hanno profonde implicazioni col misterioso potenziale del mondo atomico e sub-atomico i cui approcci metodologici e speculativi sono stati molteplici, ma ancora senza convincenti certezze. Il cervello umano non è solo un organo che riceve ed elabora le sensazioni enterocettive, propriocettive ed estero-cettive, non genera solo informazione, ma produce ciò che si definisce coscienza, senza la quale non c'è realtà percepita. Nella fisica quantistica, la funzione d'onda descrive le vibrazioni e il campo vibrazionale, associati a un oggetto. Di conseguenza, in base alla funzione d'onda si può calcolare la materia, l'energia e l'informazione di un oggetto trasportato nel campo vibrazionale quantistico. In base alla teoria di Claude Shannon, l'informazione descrive i possibili stati all'interno di un oggetto. L'informazione è intrinsecamente probabilistica.

Consideriamo il processo nervoso della sensazione che nell'organismo umano è avviato da stimoli fisici come le onde sonore, o da onde luminose (fotoni) per il meccanismo della visione, o da stimoli termici, o di altra natura, come quelli che dipendono dalla gravità generale e dal peso corporeo (sensibilità propriocettiva), o da molecole chimiche odorifere, o da quelle legate al gusto. Questi stimoli sensoriali sono *trasdotti* in input elettrici e veicolati a specifiche aree cerebrali. Gli input nervosi, in quanto di natura elettrica, dovrebbero trovarsi all'interno di specifici campi elettrici, generati dalla differenza del potenziale di membrana neuronale. Particelle sub-atomiche, coi correlati campi elettrici e campi elettro-magnetici, sembrano essere stati inficiati dalle nuove vedute della fisica teorica. Meinard Kuhlmann e coll., (2013) hanno dubbi sulla classica struttura del mondo atomico e sub-atomico, ribaltando in modo indiretto, anche i processi nervosi delle sensazioni corporee che si fondano sui comuni fenomeni elettrici e biochimici: nelle sensazioni uditive, per i suoni con frequenze molto alte e appena udibili, la membrana del timpano ha vibrazioni di solo 0,5 nanometri, quanto una frazione del diametro di un atomo d'idrogeno. Queste vibrazioni saranno amplificate dai tre ossicini dell'udito e tramite le cellule capellute interne e l'organo del Corti, trasformate in input elettrici per essere inviati al cervello. Le recenti scoperte della fisica teorica trovano che la realtà nella sua essenza non consista di corpuscoli materiali, ma di **connessioni referenziali e di proprietà fisiche**. Un esempio tra gli altri: un protone non è composto solo da tre quark e gluoni, ma da un mare di particelle e antiparticelle dense. Migliore è la precisione con cui osserviamo un protone, più sono le energie con cui eseguiamo esperimenti di diffusione anelastica profonda, maggiore è la

sottostruttura che troviamo all'interno del protone stesso. Sembra non esserci alcun limite alla densità delle particelle al suo interno, ma se un protone sia stabile o meno è una domanda senza risposta.

Queste vedute arrivano a contraddire i parametri fondanti delle neuroscienze, modificano le vere origini delle sensazioni, rendono problematica la reale natura della percezione e i confini della Mente umana. Tuttavia, le stesse neuroscienze studiano una vasta gamma d' indefinibili fenomeni mentali, ancora non uniti e compresi in un quadro preciso, rimanendo sospesi nella teoria.

Massa – carica elettrica – spin. Il fisico teorico Meinard Kuhlmann afferma che i costituenti ultimi della materia non sono i corpuscoli sub-atomici come gli elettroni, i quark, i muoni...e relativi campi quantici, così come la massa, la carica elettrica e lo spin atomico. Importanti invece sarebbero le **proprietà** degli oggetti macro e microscopici, insieme con le **interrelazioni** che tra essi avvengono. Nella realtà effettiva, le particelle atomiche e sub atomiche non esisterebbero. Ad essere importanti sarebbero le inferenze e le proprietà materiali tra oscuri enti, ricollegabili a ciò che si definisce la massa, la carica elettrica e lo spin sub atomico. Questa nuova prospettiva d'indagine sulla essenza della materia implica una diversa visione anche dell'anatomia comparata, della fisiologia e delle neuroscienze.

Singole eccitazioni. Ammettendo che alla base del tutto esistano solo **inferenze e proprietà**, ciò che un rivelatore di particelle sub-atomiche evidenzia è un grande numero di singole eccitazioni che un sensore fa apparire come puntini e scie luminescenti con una specifica traiettoria, in un determinato lasso di tempo. Però, in accordo con la teoria quantistica, una particella sub-atomica non dovrebbe avere una precisa localizzazione nello Spazio-Tempo. Le scie e i puntini che il rivelatore in questione evidenzia non si sa quindi a cosa precisamente si riferiscano. Il dualismo onda/corpuscolo ha aggiunto altri enigmi.

Principio d'indeterminazione. Il principio d'indeterminazione di Heisenberg è un distacco radicale dalla fisica classica. Sostituisce la certezza dogmatica con l'ambiguità e si fonda su un'astrazione matematica, chiamata funzione d'onda, che si evolve deterministicamente secondo la legge di Schrödinger. Questa legge permette ai fisici di ricavare la probabilità di un qualsiasi evento, ad esempio che un elettrone di uno ione idrogeno occupi un particolare orbitale atomico. Le probabilità in sé possono essere calcolate accuratamente; sarà invece impossibile determinare dove si troverà l'elettrone in un momento specifico. Consideriamo un esperimento che finisca col 90% di probabilità che l'elettrone si trovi qui e con il 10% di probabilità che si trovi là. Se l'esperimento fosse ripetuto mille volte, in circa novecento prove — prova più prova meno — l'elettrone sarebbe qui; per il resto sarebbe là. Eppure, l'esito statistico non stabilisce dove sarà l'elettrone nell'esperimento successivo. Sarà più probabilmente qui che là, ma dove davvero è dipende dal caso. Albert Einstein non si rassegnò mai a questo aspetto casuale della natura. Pronunciò la celebre frase: «Der Alte würfelt nicht», Dio non gioca a dadi.

Universo locale e non reale. Grazie a John Bell (teorema di Bell), Alain Aspect, John Clauser e Anton Zeilinger, sappiamo che se l'Universo è locale e non reale. Il teorema di Bell è valido per le particelle sub atomiche, prive di definite realtà finché non le si misura. In base al teorema di Bell, le particelle subatomiche sono:

- **Non Locali e Reali:** ovvero le particelle subatomiche hanno proprietà deterministiche ancor prima di essere osservate, potendo anche “comunicare” istantaneamente a prescindere dalla distanza. Quindi, Reale e Non Locale a livello Quantistico.
- **Non Locali e non Reali:** le particelle subatomiche esistono solo come funzione d'onda probabilistica prima di essere osservate, ma possono “comunicare” tra loro istantaneamente, a prescindere dalla distanza (entanglement).
- **Conclusione con ipotesi estrema.** Le particelle subatomiche non sono localmente reali. Neanche noi siamo localmente reali? Non esistiamo a meno che qualcuno non ci veda? Tecnicamente la risposta è sì. Non siamo nemmeno localmente reali. Tuttavia, a livello macroscopico, la natura probabilistica della materia è troppo difficile da individuare. Una cosa è certa: gli oggetti del mondo fisico che si vedono e si toccano, occupano un determinato volume nello spazio. Esistono tre stati della materia: solido, liquido, gas. Costa energia ridurre il volume, pur essendo la materia costituita da elementi puntiformi, privi di volume. Particelle prive di volume potranno formare atomi, organi e tessuti viventi, oltre che pianeti, stelle e galassie e ammassi di galassie solo in base ai seguenti tre principi.

1. Il principio di esclusione di Pauli: due particelle quantistiche e identiche, anche se prive di una qualsiasi dimensione, non possono occupare lo stesso stato quantico.

2. Le particelle sub-atomiche hanno proprietà fondamentali. Tali proprietà includono cose come carica elettrica, isospin debole, ipercarica debole e carica di colore. Per esempio, nell'elettromagnetismo, particelle con la stessa carica si respingono, quelle con carica opposta si attraggono.

3. La massa. Un oggetto privo di massa (massa zero) non sta mai fermo ed ha la massima velocità consentita, quella della luce (fotoni, gluoni, onde gravitazionali...). Per fortuna, ci sono molte entità nell'Universo dotate di massa (per la presenza del campo di Higgs), inclusi tutti i quark, gli elettroni e i cugini (più pesanti) dell'elettrone: le particelle muone e tau. Gli elettroni sono particelle leggerissime, ma i quark vanno da "un po' più pesanti" dell'elettrone nel caso dei quark up-and-down alla "particella fondamentale più pesante di tutte" come il quark top. Avere una massa impone che le particelle si muovano più lentamente della velocità della luce e consente loro persino di fermarsi nelle giuste condizioni. Sarebbe del tutto impossibile il mondo come lo si vede se non fosse per la natura massiccia dei quark e degli elettroni – e per il campo di Higgs che dà massa a queste particelle – formando stati legati come protoni, nuclei atomici, atomi e tutto ciò che è poi costruito da essi. Oggetti di dimensioni specifiche del mondo animato e inanimato esistono quindi in base a questi tre principi:

A. Non esistono due fermioni identici che possano occupare lo stesso stato quantico.

B. Le particelle sub-atomiche hanno una carica che regola le forze atomiche a cui sono soggette.

C. Alcune particelle sub-atomiche hanno massa (grazie al campo di Higgs), positiva e diversa da zero.

D. Si potrebbe avanzare l'ipotesi "estrema": acquisendo massa, le particelle subatomiche acquistano al contempo anche un quid, i *qualia* teorizzati da Heisenberg, che comportino una traccia di coscienza?

La coscienza, la consapevolezza e l'intelligenza in "Epoca-Post-Moderna-Avanzata" EPMA.

1. **Coscienza** : può riferirsi allo stato di veglia e consapevolezza del mondo circostante. A un livello profondo, la coscienza è esperienza soggettiva dell'essere: "io sono". Filosoficamente e scientificamente, la coscienza è qualità difficile da definire: avere esperienze, pensieri e sentimenti interiori. A volte, è identificata con l'anima soggettiva e a volte col concetto di anima universale.

2. **Consapevolezza** : capacità di percepire, sentire, o essere consapevole di eventi, oggetti o modelli che provengono dai sensi esterocezionali, propriocettivi e enterocezionali. La consapevolezza sarebbe uno stadio inferiore della coscienza. Molti animali potrebbero avere consapevolezza, ma non coscienza. Inoltre, anche se gli esseri umani coscienti hanno un certo livello di consapevolezza, non tutti i momenti di consapevolezza riflettono la pienezza della coscienza. Ad esempio, potresti essere consapevole della temperatura in una stanza, senza essere pienamente consapevole di tutte le altre sfumature che si verificano nel tuo ambiente.

3. **Intelligenza** : riguarda la capacità di acquisire e applicare conoscenze e abilità. E' possibile misurare l'intelligenza individuale attraverso test che ne indicano il Q.I: la risoluzione di problemi, l'apprendimento, il ragionamento e l'adattamento a nuove situazioni. L'intelligenza può essere presente senza coscienza o consapevolezza, come vediamo in alcuni sistemi d'intelligenza artificiale capaci di elaborare dati e prendere decisioni, senza avere alcuna esperienza, o sentimento soggettivo.

In sostanza, coscienza e consapevolezza riguardano la percezione e l'esperienza; invece l'intelligenza si riferisce all'elaborazione e all'applicazione delle informazioni.

Domande. L'universo stesso è una estesa entità auto-calcolatrice? Stiamo attingendo al suo intrinseco potere computazionale? Che ruolo avrebbe la coscienza umana, l'osservatore supremo, in questo grandioso calcolo cosmico?

Piante intelligenti, la Verga d'oro. L'esperimento di due ricercatori statunitensi mette in dubbio i parametri classici sul concetto di intelligenza e di coscienza. André Kessler e Michael B. Mueller del Dipartimento di Ecologia e Biologia Evoluzionistica dell'Università Cornell University-Ithaca (Stato di New York), hanno scoperto che una pianta erbacea - "Verga d'oro alta" (Solidago altissima) - reagisce contro un eventuale aggressore in base a informazioni raccolte dall'ambiente, o da esemplari della sua specie già attaccati, modificando il *comportamento* al fine di proteggersi. Secondo i due ricercatori, queste risposte hanno le caratteristiche di un basilare concetto di intelligenza, anche in assenza di un sistema nervoso centrale. In diversi esperimenti di laboratorio, effettuati nel 2024, i due ricercatori hanno

osservato che le piante di Verga d'oro, se attaccate dalle larve di uno scarabeo erbivoro, rilasciano nell'ambiente specifiche sostanze chimiche – chiamate composti organici volatili o COV – che hanno la duplice funzione: indicare all'insetto aggressore che la pianta è danneggiata e “non buona da mangiare” e attivare un sistema di difesa nelle piante limitrofe, quelle capaci di captare le sostanze chimiche rilasciate. Avendo le piante limitrofe assorbito queste speciali sostanze, potenziano le proprie difese – in modo simile a una risposta immunitaria – in attesa della possibile aggressione: crescono più velocemente e producono concentrazioni maggiori di sostanze chimiche difensive che scoraggiano gli erbivori.

Le *verghe d'oro* possono addirittura reagire alle differenze della luce emessa da foglie vicine, un altro segnale di possibile attacco da parte degli erbivori. L'aspetto incredibile è nel fatto che quando non sono presenti altri esemplari di Verga d'oro nei paraggi, le piante non crescono più rapidamente, inoltre rispondono con sostanze chimiche differenti. Questa pianta ha dunque la capacità di reagire contro eventuali aggressori in base ad informazioni prese dall'ambiente circostante e da altri esemplari della sua specie già stati attaccati, attuando un “comportamento protettivo”. Per André Kessler e Michael B. Mueller, queste risposte sono comportamenti intelligenti, anche in assenza di un sistema nervoso centrale.

Funzione d'onda. La Scuola di Copenaghen assume che la *funzione d'onda* non sia un'entità fisica oggettivamente reale, ma qualcosa insita nella Mente dell'osservatore. Heisenberg affermò: “Se vogliamo descrivere ciò che accade in un evento atomico, dobbiamo renderci conto che la parola *accade* è applicabile solo all'osservatore, non allo stato delle cose tra due osservazioni. Si applica all'atto fisico di una specifica osservazione e non a quello psichico. Si può affermare che la transizione dal possibile all'attuale avviene appena entra in scena l'interazione con l'apparato di misura e di conseguenza, l'interazione col resto del mondo.”

Per queste e altre contraddizioni, la teoria dei quanti comincia a scricchiolare. Alcuni fisici sono convinti che le particelle sub-atomiche non siano oggetti materiali, ma eccitazioni di un unico, speciale campo quantistico. Importanti sarebbero le relazioni e le proprietà tra le cose, micro e macroscopiche.

Crisi della teoria quantistica - La teoria quantistica pretende di essere la teoria delle cose *più piccole* in natura, ma esistono forze molto più piccole di quelle che può gestire. Il suo potere predittivo è fuori discussione. Tuttavia, c'è la necessità di una teoria quantistica aggiornata, in sintonia con nuove costanti fondamentali che permettano di fare previsioni sulla forza più debole in natura: **la gravità**. Alcuni fisici teorici come Penrose lo sanno da tempo. Due cose dovrebbero cambiare:

1. Abbandonare le funzioni esponenziali che sottendono le funzioni d'onda degli elettroni per consentire loro di raggiungere distanze macroscopiche.
2. Abbandonare la costante di Planck per una costante d'azione più nuova, più piccola e più fondamentale.

Esisterebbe una profondità maggiore nella natura non ancora sondata: singolarità nude attorno a noi sotto forma di sfondo ed elettroni gravitazionali che collassano se interagiscono con un fotone.

Aspetti relazionali e proprietà. Non essendo conoscibile il vero fondamento fisico del mondo sub atomico, anche la struttura delle onde elettroencefalografiche, emesse dal cervello, non ha più una precisa definizione. Le onde cerebrali non sarebbero espressione né di un campo elettrico e né la risultante dell'emissione di particelle sub-atomiche. Negli ultimi decenni, il panorama sul cervello umano, dischiusosi con le *imaging* della risonanza magnetica funzionale (fMRI), della tomografia ad emissione di positroni (PET) e della magneto-encefalografia (MEG), sembrava fornire nuovi scenari d'indagine. Al presente, non sono in discussione le possibilità pratiche che queste metodiche offrono, permettendo la localizzazione di ampie regioni cerebrali danneggiate o ammalate, oltre all'utilizzo sperimentale dei cambiamenti nell'attività cerebrale in soggetti sani, mentre cercano di risolvere problemi di vario tipo. Si aggiunga che gli importanti progressi dell'informatica incoraggiano i ricercatori a costruire un modello completo del cervello umano. Tuttavia, le nuove tecnologie con le *imaging* si fondano sui tracciati di onde elettriche la cui essenza è in contrasto con le vedute della fisica attuale. Di conseguenza, i classici concetti duali sul rapporto tra neurologico e psicologico, tra sensazione e percezione, tra natura e cultura e tra

cognizione ed emozione dovrebbero porsi sotto una nuova prospettiva d'indagine. Problematiche sviscerate nei dibattiti filosofici di lunga tradizione, di cui abbonda la storia del pensiero occidentale, stazionano in un vicolo cieco, dal momento che né le particelle sub-atomiche e né i comuni campi quantici sembrano fondamentali. Si tratta d'importanti questioni che travalicano la fisica teorica, invadono altri settori come le neuroscienze e contrastano col senso comune. Basta riflettere su alcuni aspetti del nostro modo di relazionarci col mondo circostante e ci accorgiamo che il senso comune viene meno in modo molto drastico e di frequente. Da bambini, vediamo per la prima volta una palla, senza averne una precisa percezione. Ciò che di essa si comprende è la forma rotonda, una impressione del colore (es. il rosso della sua superficie) ed una certa elasticità al tatto. Se vediamo di nuovo una palla, colleghiamo le precedenti percezioni a un oggetto, chiamato *palla* che è reale, singolo e coerente. Dopo un poco, se vediamo un'altra palla, la riconosciamo come tale senza pensare che in realtà essa è un **insieme di proprietà** (forma, elasticità, colore, grandezza...). Pensiamo solo all'oggetto intero, sapendo che il tutto è maggiore delle sue parti. Non cogliamo la realtà profonda delle cose, fatta di relazioni di singoli componenti. A volte, queste parti sono così indeterminate da sembrare inesistenti, o secondarie, o inconsistenti rispetto all'unità che formano tramite le loro valenze relazionali. **Aspetti relazionali e proprietà** degli oggetti sono ignorati perché si guarda solo al tutto, come l'oggetto palla. Invece, gli oggetti del mondo fenomenico esisterebbero solo perché insieme di proprietà intercorrelate.

La biologia quantistica. In tempi recenti, si sta affermando una nuova branca nelle scienze biologiche: la biologia quantistica che indaga sulle radici più profonde dei sistemi viventi. La fisica contemporanea ci mostra che ogni oggetto materiale non è distinto dagli altri, ma legato all'ambiente. Le proprietà di un oggetto materiale, compreso quelle di un organismo vivente, possono essere capite in termini d'interazioni col resto del mondo. Il principio di Mach afferma che queste interazioni si estendono all'universo intero, sia a livello macroscopico che microscopico.

Energia non si sa che cosa sia – Per i processi vitali, gli organismi viventi utilizzano incessantemente energia. In un individuo adulto il cervello riceve il 15% circa della gittata cardiaca; il corrispondente flusso ematico cerebrale risulta essere pari a 50 ml/min per 100 grammi di tessuto. La distribuzione del flusso ematico cerebrale non è uniforme: la sostanza grigia riceve circa 80 ml/100 mg/min, mentre la sostanza bianca è irrorata da 20 ml/100 per mg/min. La principale funzione del flusso ematico cerebrale è il rifornimento di ossigeno e quindi energia ai neuroni e alle strutture di supporto. Il problema è che non è chiaro lo stesso concetto di energia, oltre a quello di massa (per esempio, la massa cerebrale). Nonostante, dunque, i numerosi progressi scientifici, rimane ancora un mosaico di visioni parziali, a volta conflittuali su concetti basilari, come per esempio, su cosa s'intenda per energia fisica.

Negli anni del liceo, si apprende che l'energia è definita come la **capacità** di compiere un lavoro:

$$\text{Lavoro} = \text{forza} \times \text{distanza}$$

La forza è un qualcosa che accelera una determinata **massa**. Si studia di conseguenza questa equazione:

Forza = massa x accelerazione. Si ha la formula:

$$\mathbf{F = ma}$$

L'equazione non è comprensibile perché non è chiaro cosa s'intenda per capacità, oltre ad essere oscura la **massa di una sostanza**. Inoltre, l'equazione: **F = ma** non è davvero un principio, ma un tentativo di definire ciò che s'indica col termine di massa (il principio dice che la massa, ossia la **m** di questa equazione, è una costante e quindi non dipende dalla velocità).

Più avanti negli studi, si apprende che l'energia può essere convertita in massa e viceversa. Questa proprietà è definita dalla famosa equazione di Einstein: **E = mc²**

Questa formula non definisce ancora la massa perché in alcuni casi, quando è contemplata la velocità di un oggetto, o di una particella sub atomica (fotoni) come un oggetto che si muova alla velocità della luce, allora la massa non è più una costante: la velocità dell'oggetto aumenta la sua massa di conseguenza.

Studiando la legge di Plank, si apprende che nella meccanica quantistica, l'energia (E) è legata alla frequenza quantistica f di una specifica particella sub-atomica. Ciò in base alla equazione:

$$E = hf$$

Dove: **h** è un numero (ha quindi un determinato valore), indicato come costante di Plank. La formula **hf** sembra suggerire una relazione profonda tra Energia e Tempo. Approfondendo gli studi sul concetto di energia si scopre che energia e massa sono la stessa cosa. L'energia è dunque ciò che s'intende per massa di un oggetto. L'equivalenza tra energia e massa è già contemplata nell'equazione di Einstein:

$$E = mc^2$$

L'equazione è evidente a livello atomico: l'energia negativa degli elettroni che girano attorno al nucleo gli sottrae energia positiva. Diminuisce la massa dell'atomo. Gli elettroni avrebbero dunque massa negativa, coincidente con il concetto di energia negativa ad essi attribuito. Affiora un nuovo rapporto tra Energia e Tempo. Solo i corpi con funzione d'onda oscillante nel tempo, come un'onda sinusoidale, hanno una determinata quantità di energia, ciò anche in base all'equazione di Plank:

$$E = hf$$

Nel caso in cui il corpo in questione abbia una differente oscillazione, allora la sua energia è indeterminata: questa energia non è misurabile se non all'interno di una scala di valori possibili. Ciò è evidente nel principio d'indeterminazione di Heisenberg e nell'equazione di Plank.

Il legame tra Energia e Tempo suggerisce qualcosa di più profondo. Il grado d'indeterminazione dell'energia, moltiplicato per l'intervallo di tempo, necessario per la misurazione della stessa energia, risulta sempre maggiore della scala di Plank. Il concetto di Energia e di Tempo fisico sembrano intrecciati, se non sono in fin dei conti la stessa cosa. Tuttavia, di cosa si tratta? L'equazione di Einstein, cioè: $E = mc^2$, non cambia nel tempo e quindi gode d'invarianza temporale, ma se espressa in termini matematici, accade qualcosa di strano: si dimostra che l'energia è conservata. Questa dimostrazione fu scoperta da Emmy Noether, contemporanea di Einstein. Secondo la procedura descritta dalla Noether, partendo dalle equazioni fisiche è sempre possibile trovare una combinazione delle variabili in gioco (posizione, velocità, e così via) che non cambia nel Tempo. Se il metodo si applica ai casi più semplici, inerenti la fisica classica come al concetto di forza, di massa e di accelerazione, si scopre che la quantità invariante nel Tempo è la somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale. La quantità invariante nel Tempo è quindi l'energia classica del sistema. Comunque, è risaputo che l'energia si conserva e non si distrugge mai. L'energia si trasforma. L'invarianza temporale ne attesta il perché. L'energia classica non è più una costante perché vi si aggiunge l'energia della **massa** e quella dei **campi quantici**. La quantità di energia conservata si chiama quindi: **energia del sistema**. Nonostante l'energia non cambi nel Tempo, quando scaviamo e scopriamo le equazioni più profonde della fisica, la definizione di energia cambia col Tempo.

C'è da dire che le equazioni che oggi incontriamo nella fisica standard funzionano ovunque ed allo stesso modo (invarianza spazio-temporale delle leggi fisiche). La correlazione tra energia e Tempo è ampiamente riconosciuta, tant'è che energia e Tempo fisico sono **variabili coniugative** di un sistema di riferimento. Questo intreccio finisce con l'evidenziare qualcosa che va oltre i limiti del mondo fisico. Il principio d'indeterminazione di Heisenberg sembra opporsi all'invarianza spazio-temporale delle leggi fisiche. Per la meccanica quantistica, l'energia e la quantità di moto di una parte di un sistema possono essere indeterminate, ma infine definibili. Potrebbe non essere possibile determinare l'energia di un particolare elettrone o di un protone, ma in linea di principio non sussiste un'indeterminazione analoga per l'energia totale di un sistema. L'intera collezione di elementi del sistema può spostare l'energia avanti e indietro tra le sue varie parti, ma l'energia totale è fissata: l'energia si conserva.

La scienza fisica non ci dice neanche cosa s'intenda per materia, limitandosi a determinare con formule matematiche il comportamento della materia, di ciò che fa. La fisica spiega che la materia ha massa e carica, cioè come la materia si comporta e agisce: attrazione fisica ed elettrostatica, repulsione, resistenza all'accelerazione...La fisica non dice nulla su ciò che i filosofi definiscono la *natura intrinseca* della materia. Cosa è la materia in sé e per sé? La scienza fisica dunque descrive la materia dall'esterno.

Il problema andrebbe spostato sull'esistenza o meno del tempo fisico. Il tempo è in definitiva una **misura del cambiamento**, anche secondo la fisica. Viene spesso identificato come un aumento del disordine – entropia – di un sistema chiuso. Prendi una tazza di caffè caldo. Mentre si raffredda, l'entropia aumenta. Potresti anche dire per quanto tempo una tazza di caffè è rimasta lì in base alla sua temperatura. Qualsiasi dispositivo che misura il tempo, come un orologio, si basa sul cambiamento (ticchettii).

Presentazione e finalità della ricerca. Non sappiamo cosa sia la materia, cosa l'energia, cosa intendiamo per Tempo e Spazio fisico. Abbiamo equazioni matematiche che sono appunto equazioni, come l'equazione di Einstein $E=mc^2$ che è una equazione e non spiega la natura dell'energia. Si discute se il Tempo e lo Spazio siano continui o frammentari. Riduttivo è immaginare il mondo come una specie di modello, elaborato in forma computazionale dal cervello, dove l'esperienza individuale, i ricordi, l'emozioni, il significato delle cose, la personalità, i pensieri inconsci, i ricordi, le abitudini, la coscienza...siano immagazzinati in pixel da modelli d'input nervosi. Il fatto è che siamo consapevoli del mondo e diamo un senso alle cose. All'interno delle strutture cerebrali umane, differenti input agiscono su aree con la stessa architettura anatomica. Questa intrinseca uniformità tissutale ha talvolta indotto gli studiosi del cervello a chiedersi se esista un'unica funzione elementare, eseguita dalla corteccia cerebrale in modo ripetitivo e ovunque, a prescindere dalla specializzazione di area: una sorta di operazione sopra-modale che travalica le singole modalità. La domanda non ha finora una risposta esauriente. Tuttavia, il significato del quadro anatomico uniforme della corteccia cerebrale non risiede tanto nel fornire una spiegazione, quanto nello stimolare un'indagine su eventuali funzioni di sintesi, attribuibili a ogni sua parte. È insomma un incentivo a riflettere sull'attività generale della corteccia cerebrale.

Dal punto di vista evolutivo, molti organi e tessuti avrebbero avuto un ragguardevole incremento volumetrico al fine di mantenere costante, in modo ottimale, il proprio ambiente interno e in generale dell'organismo vivente di cui sono parte. Ad esempio, il fegato, la milza e 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 e in senso più ampio del Chaos, opposto all'omeostasi cerebrale. Aspetti relazionali, per lo più di natura chimica tra i vari organi, contrastano il Chaos, generando un delicato stato di omeostasi. Organi e tessuti come il fegato (lobuli epatici), epitelio intestinale assorbente (provvisto di microvilli), albero bronchiale, muscolo cardiaco, muscoli scheletrici ecc. hanno struttura frattale. E' stato affermato che anche il tessuto nervoso avrebbe una simile conformazione, sospesa tra Ordine e Chaos: i frattali hanno una struttura ripetitiva a scale gradualmente inferiori e ogni loro frazione è simile all'insieme più ampio di cui sono parte. Così la struttura frattale degli organi interni contribuisce all'omeostasi generale. 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. Per i grandi organismi viventi, basilare è la coordinazione di nuove cellule. Ad esempio in media ogni secondo, circa tremila globuli rossi si formano nel midollo delle ossa umane. Ormoni e altre molecole segnalano a ciascuna cellula il modo con cui svilupparsi, ma è energeticamente costoso, soggetto a carenze ormonali in base all'età. Più efficace è una regola ricorsiva nel DNA di ogni cellula in modo da agire e diffondersi, secondo semplici regole.

Questa ricerca approfondisce la maggior parte degli argomenti trattati in alcune precedenti, in particolare quelle e dal titolo "Funzioni mentali I e 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 nuovi studi nel campo della neurofisiologia che stanno rivoluzionando le conoscenze sulla Mente umana e con dirette implicazioni nel campo dell'intelligenza artificiale. Il cervello è sia un sistema termodinamico, sia un elaboratore di informazioni: l'attività neurale si basa dunque sulle leggi della termodinamica (cioè sullo scambio di energia), mentre l'attività cognitiva del cervello è dimostrabile con la teoria dell'informazione.

E' provato che la teoria della relatività può essere applicata fisicamente al cervello funzionante. Il connettoma cerebrale dovrebbe essere considerato come entità spaziotemporale quadridimensionale curvata dall'attività cerebrale, proprio come la gravità curva lo spaziotempo quadridimensionale del cervello fisico, Penrose R. et Hameroff S. (2011), Awret, U. (2022), Solms M. et Friston K., (2018), Solms M. (2019). La coscienza emergerebbe naturalmente dal connettoma cerebrale quadridimensionale, a condizione di ammettere l'esistenza di una quinta dimensione. Nella quinta dimensione, si sviluppa ciò che intendiamo per coscienza umana. La coscienza dunque emerge dal connettoma cerebrale allo stesso modo in cui la gravità emerge da un mondo quantistico quadridimensionale, piatto e senza gravitazione: un mondo quantistico relegato ai confini di uno spazio-tempo pentadimensionale, Le Bian D., (2023). Hameroff arriva ad ammettere che la coscienza esisteva prima che emergesse la vita sulla Terra.

Ho integrato il presente studio con le recenti scoperte in campo di neurofisiologia cerebrale, in particolare citando gli studi di eminenti scienziati come Bassett e Sporns, Karen Hao, Christof Koch, Philip Goff et al. 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, dove "teorie di campo" ammettono l'esistenza di uno speciale *campo fisico* da substrato e da cui si produce la coscienza umana. Da un "continuum di campo" che riempie gli spazi tra i neuroni cerebrali, emergerebbe la coscienza umana. Il problema non è banale: da oltre un secolo le neuroscienze si sforzano di comprendere quale attività neuronale coordinata è alla base dei nostri ricordi, del pensiero astratto, dell'emozioni e di tutto ciò che ci rende coscienti. Nell'Uomo, l'architettura cerebrale mostra una strutturazione scalare, interconnessa e diversificata. Il risultato è una efficiente comunicazione decentralizzata. La componente frattale del cervello si evidenzia con una risoluzione gradualmente ridotta, a partire dalla grana grossolana gerarchica delle sue aree anatomiche. La derivata della riduzione progressiva mostra un modello di rete geometrica con distanze su piani non euclidei. Ciò dimostra la proprietà multiscala dei connettomi cerebrali, inclusa l'autosimilarità. Non tutte le strutture del cervello hanno dimensione frattale, così come non tutti i modelli dinamici sono privi di scala. Tuttavia, è accertato che nel cervello c'è autosimilarità geometrica e dinamica. Perfino i flussi sensoriali in entrata e i comportamenti in uscita avrebbero proprietà che li legano all'invarianza di scala.

Dunque, ho avuto modo di rilevare aspetti poco chiari, 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 della fisica teorica. Per alcuni scienziati, il continuo Spazio – Tempo sarebbe illusione. Questi scienziati, tra i quali Smolin, (2010) affermano che una delle coordinate cartesiane (il Tempo) è arbitraria e le coordinate dello Spazio e del Tempo sono grandezze non commutative: grandezze che non commutano e in questo caso AB non è uguale a BA .

Heidegger scrive che il *Logos* è divenuto un essente tra gli essenti, un essente strumento che si può manipolare, costruire, formulare per la ricerca della verità, intesa come esattezza. La verità viene fissata una volta per sempre, netta, precisa, completa e resta fissa in sé stessa: è la **logica**. Ha ragione Kant, nella seconda edizione della *Critica della Ragion Pura* quando afferma che in duemila anni, la logica non ha fatto alcun passo avanti sino ai nostri giorni. Heidegger aggiunge che, a dispetto di Kant e di Heggel, la logica (e la ricerca scientifica tradizionale) non potrà fare passi avanti su questioni essenziali.

In sintesi, dopo Platone, la FIUSIS è divenuta idea, la verità è divenuta esattezza, il LOGOS è divenuto la proposizione, il giudizio è il luogo della verità come esattezza.

Il mio elenco sulle odierne contraddizioni circa i concetti di Mente e di coscienza è questo:

1. **Illusioni ottiche.** Che significa fare attenzione a una parte del disegno, tralasciando il resto? Gli occhi vedono tutta la figura e la Mente produce una sorta di discriminazione. Come fa?

2. **Bidimensionalità.** Gli scienziati affermano che la realtà che ci circonda ha tre dimensioni; aggiungendovi il Tempo (t) il risultato è uno spazio con quattro dimensioni, lo Spazio – Tempo. Vivremo 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, (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, 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 anche 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. Non c'è un contatto diretto col mondo che ci circonda, ma solo tramite una moltitudine di computazioni cerebrali inconse. Comunque, l'ipotesi di un universo bidimensionale è una delle tante che il presente saggio scientifico riporta al fine di approfondire tesi di neuro-fisiologia e di neuro-anatomia.
3. **Il Tempo fisico.** Il Tempo fisico (Chronos). Per secoli, la vera natura del Tempo (Chronos) non è stata appieno compresa. Un nuovo modello teorico suggerisce che il Tempo esista in conseguenza d'intrecci tra oggetti quantistici. Il Tempo non sarebbe un elemento fondamentale della realtà. Nuovi calcoli forniscono certezza che il Tempo emerga dall'entanglement quantistico: due oggetti sono così intrinsecamente legati che disturbarne uno interrompe l'altro, anche se molto distanti. In questi casi, è come se il Tempo fisico fosse uguale a zero.
4. **Campi elettromagnetici.** 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 può 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.
5. **Determinismo genetico.** La convinzione che i caratteri fisici, o mentali di un singolo organismo siano controllati dal corredo genetico sarebbero fallaci, così 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.
6. **Corteccia visiva.** 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 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. Alcuni scienziati affermano che un flusso così esiguo non comporterebbe alcuna percezione. Secondo alcuni, l'attività intrinseca cerebrale ha un ruolo determinante.
7. **Informazione visiva interna.** 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 è nelle connessioni interne della corteccia visiva. Ci sarebbe un tipo di elaborazione intrinseca, indipendente rispetto 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.
8. **Linguaggio umano.** Anche se molto opinabile, l'esistenza di una componente extra cerebrale può dedursi 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 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.

9. **Doppelgänger.** 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. C'è da precisare che le visioni singole, o collettive trovano scarsa collocazione in una teoria organica e scientifica sui processi mentali umani. Nei suoi esperimenti sul cervello umano, Metzinger T., (2010) 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 fu riferito da Julie von Gùldenstùbbe, una donna aristocratica lettone. La Von Gùldenstùbbe 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, restando 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 passeggiate a cavallo nei dintorni di Francoforte avesse visto venirgli incontro un altro cavaliere, poi subito scomparso nel quale con immediatezza riconobbe *sé* stesso.

9. **Arto fantasma.** La sindrome dell'arto fantasma è la sensazione anomala di persistenza di un arto dopo la sua amputazione, dopo che questo sia diventato insensibile. E' ipotizzabile il collegamento della Mente con una quinta dimensione? 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 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. Così come col mondo circostante: non siamo mai in contatto diretto col nostro corpo fisico, ma con particolari tipi di rappresentazioni cerebrali. Per Ramachandran V. S. (1995) e Brugger P. (2008), il modello corporeo del *sé* è la conseguenza di una simulazione in corso di sviluppo: una vera simulazione, parte integrante di un meccanismo di controllo dinamico. In qualsiasi istante, il contenuto dell'esperienza corporea è l'ipotesi migliore che il sistema può formulare a proposito del rispettivo stato corporeo in un

dato momento. Il compito del cervello è la **simulazione del corpo per il corpo e di predire le conseguenze dei movimenti corporei**. Lo strumento che il cervello usa per ciò è il modello del sé. Questo processo si svolge nel mondo reale e necessita di un intervallo temporale, fra lo stato effettivo del corpo e il contenuto del modello del sé. Siamo inconsapevoli di questo processo, perché strutturatosi in maniera così efficiente da lasciare raramente spazio a errori. Resta però il semplice fatto che **non ci troviamo mai direttamente in contatto col nostro corpo**, essendo forse la Mente fluttuante in uno Spazio Quantico Speciale? L'illusione della mano di gomma prova che non siamo mai in diretto contatto cogli aspetti del mondo esterno e tantomeno con quelli del proprio corpo.

10. **Mano di gomma.** Le persone sottoposte all'esperimento della *mano di gomma* osservano una mano di gomma, posizionata sul tavolo a fronte, mentre la mano vera sta nascosta da uno schermo. Con una piccola sonda, accarezzando nello stesso tempo la mano visibile di gomma e quella vera, ma invisibile del soggetto, dopo sessanta - novanta secondi appare la celebre illusione della *mano di gomma*. L'intervallo che va dai trenta ai sessanta secondi potrebbe essere la durata di tempo necessario per operazioni di computazione cerebrale. Dopo questo intervallo, c'è l'esperienza della *mano di gomma* come se fosse la propria e si percepiscono come proprie le ripetute carezze sulla superficie della *mano di gomma*. Si sente di avere un vero e proprio arto *virtuale* - ovvero, l'esistenza di una connessione tra la propria spalla reale e la mano di gomma, posata sul tavolo di fronte a sé. Gli studi di neuro immagine ci hanno consegnato una buona idea preliminare di cosa accade nel cervello quando il senso di proprietà si sposta dalla mano reale del soggetto a quella finta di gomma. E' presumibile che nel momento in cui c'è esperienza cosciente della *mano di gomma* come parte del corpo, avvenga una fusione tra i campi recettoriali visivi e quelli tattili, la quale si riflette nell'attivazione dei neuroni della corteccia premotoria. **L'illusione della mano di gomma aiuta a capire il gioco di relazioni che intercorre tra visione, tatto e propriocezione, il senso della postura corporea e dell'equilibrio che ha origine nel sistema vestibolare.** Il nostro modello del *sé corporeo* verrebbe fuori da integrazioni multisensoriali, basate su una semplice correlazione statistica scoperta dal cervello. L'incorporazione fenomenica della mano di gomma, dentro il modello del sé, risulta dalla correlazione di stimoli visivi e tattili, non appena si coglie la sincronia che sottenderebbe tale correlazione. Avvenuto questo tipo di sincronia, il cervello formerebbe automaticamente una nuova e coerente rappresentazione, cui seguirebbe l'esperienza cosciente del senso di proprietà.
11. **La Mente umana.** 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 e una distanza dall'opera scritta (da colui che si ritiene l'autore come persona fisica). Questa scissione e distanza tra autore ed opera, potrebbe avvenire 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 a un individuo (ad una Mente) senza equivalente che, in un luogo e in un tempo determinati, ha compiuto un certo lavoro. Nel secondo caso, "l'io" designa un piano e 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, o 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.

12. **Trasmigrazioni.** 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 (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. 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 della 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 lavora un'equipe di ricercatori tedeschi e australiani, le molecole del fotopigmento retinico, la **rodopsina** contenuta nei bastoncelli, sotto l'effetto della luce si allinerebbero al campo magnetico terrestre, come i cristalli di magnetite. I ricercatori hanno provato a disturbare la magnetizzazione dei cristalli ed hanno visto che gli uccelli perdevano la capacità di orientarsi. Ne hanno dedotto che i due «sistemi» s'integrano. In generale, ogni animale adotta più di uno dei mezzi di orientamento fornitigli dalla natura, contemporaneamente o alternativamente, a seconda delle condizioni (notte- giorno, cielo sereno-cielo coperto, eccetera).
13. **Tradizioni mistiche.** 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.
14. **La coscienza secondo Metzinger.** 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'interazione 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 scoordinato. 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 dell'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.

15. **Sistemi quantistici sott'osservazione.** 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 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.
16. **Consapevolezza.** Lo scienziato Wolf disse: "Se nella materia c'è consapevolezza, allora essa ha consapevolezza".
17. **Coscienza x-y.** Per J.P. Matterew (2023), la coscienza è qualcosa di onnipresente all'interno e all'esterno di qualsiasi cosa un essere umano abbia conosciuto, o sperimentato: "Come la quantità infinita di gocce d'acqua nell'oceano, ci sono stati molti tentativi di definire esattamente ciò che sono, ma il motivo per cui sfido la descrizione è perché **io sono** la descrizione stessa."

Matterew sostiene che se siamo noi stessi a essere consapevoli di pensare, siamo di conseguenza separati da noi stessi per poter fare tale osservazione. In che modo X (il cervello) produce Y (la coscienza)?

Perché X produce (causa/crea) Y?

Comunque la si metta, Y non è X.

Per Matterew, c'è distinzione tra eventi mentali ed eventi fisici.
18. **Connettoma.** Denis Le Bihan (2023), ne è convinto: il cervello è un organo fenomenico 4D in cui il Tempo è strettamente legato allo spazio dei suoi neuroni corticali. Il cervello sarebbe un connettoma 4D con segnali neurali che si propagano lungo linee neurali 2D. Il contenuto informativo del cervello potrebbe essere relegato in superficie, proprio come accade ad un gigantesco buco nero siderale, dove l'informazione è presente solo sull'orizzonte degli eventi.
19. **Misurazioni quantistiche.** 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!"
20. **Letteratura.** In campo letterario, numerosi artisti nelle loro opere fanno appello ad una potente immagine mentale che fa da guida. Questa immagine mentale si materializza, assumendo valenze simboliche. Nel caso del Don Chisciotte di Cervantes, esiste una specie di mediatore del desiderio. Don Chisciotte ha rinunciato in favore di Amadigi alla fondamentale prerogativa dell'individuo: scegliere gli oggetti del suo desiderio. La scelta spetta ad Amadigi che si sostituisce alla volontà di Don Chisciotte e la domina. Il discepolo si precipita sugli oggetti che l'eterno e immutabile modello della cavalleria gli indica di continuo, o sembra indicargli. Il modello della cavalleria è in ultima analisi l'immagine mentale che impera nella Mente di Don Chisciotte e lo guida nella sua avventura. Don Chisciotte racconta al fedele scudiero Sancio: *Devi sapere, Sancio, che il famoso Amadigi di Gaula fu uno dei più perfetti cavalieri erranti. Ma che dico uno dei più perfetti? Bisogna dire il solo, il primo, l'unico, il maestro ed il signore di tutti quelli che vi furono su questa terra...L'immagine mentale che guida Don Chisciotte nelle sue avventure ha una precisa connotazione e un nome: Amadigi, un cavaliere errante. C'è da obiettare che Amadigi è un personaggio di favola, una entità immaginifica. Tuttavia, l'autore della favola non è Don*

Chisciotte: se il mediatore è immaginario, la mediazione non lo è. Dietro i desideri dell'eroe, sta il suggerimento di un terzo, il creatore di Amadigi, l'autore dei romanzi di cavalleria. L'opera di Cervantes è una lunga meditazione sull'influsso nefasto che le Menti più sane possono esercitare le une sulle altre. Fatta eccezione per la cavalleria, Don Chisciotte ragiona di ogni cosa con molto senno e neppure i suoi scrittori preferiti sono pazzi, in quanto non prendono sul serio la loro *finzione*. L'illusione è il frutto di uno strano connubio tra due coscienze lucide. L'illusione è il contrasto tra una statica *idea – mentale - guida* rispetto a una realtà circostante, mutevole e cangiante. La letteratura cavalleresca, sempre più diffusa dopo l'invenzione della stampa, moltiplica in modo prodigioso le possibilità di tali connubi e contrasti.

21. **Il fenomeno quantistico dell'entanglement è diffuso in natura.** Molte specie di uccelli ne fanno uso per visualizzare il campo magnetico terrestre, orientandosi nel cielo durante le lunghe migrazioni. Gauger E. et al. (2011) hanno trovato che il tappeto retinco del pettirosso ha una speciale molecola, indicata con la sigla N-C60, presente in uno stato quantico speciale, tramite il fenomeno dell'*entanglement*. Trovandosi in una speciale dimensione fisica, questa molecola funziona da bussola, permettendo al pettirosso di vedere il campo magnetico terrestre.
22. **I sinofori** sono invertebrati marini, formati da differenti individui, assemblati in una colonia, come se fossero un unico organismo. I sinofori si cibano di piccoli crostacei e pesci che catturano coi tentacoli velenosi. Colonie di organismi ben distinti e con proprie funzioni, i sinofori sono tuttavia un'unica entità, o super-organismo. Gli individui, una volta che si sono aggregati in un organismo superiore, non conservano più individualità in senso funzionale, specializzandosi in un unico compito e comportandosi come organi di una entità superiore. L'intera colonia opera come singola entità. Anche se un nectoforo - il singolo componente della colonia - conserva un proprio sistema nervoso, c'è comunque un cordone nervoso comune a connettere l'intero sinoforo. Il paradosso è: dobbiamo chiamare l'intero sinoforo colonia, o indicarlo come singolo organismo vivente? La storia evolutiva ci dice che è una colonia, ma è un unico organismo vivente dal punto di vista funzionale. Il paradosso dei sinofori ci dice che la domanda è posta in modo sbagliato? I sinofori sono organismi o colonie? La risposta è che sarebbero l'un l'altro e nessuno dei due. I sinofori si trovano nel mezzo di un continuo, dove l'una cosa sfuma nell'altra. L'integrazione di più nectofori sfuma nell'infinito, ma con specifica funzionalità. Il concetto critico è che le funzioni e le informazioni di un singolo nectoforo, componente dell'intera colonia, passate al livello superiore, auto-avviano la riorganizzazione e l'integrazione della collettività (il sinoforo). Le funzioni provenienti da tutti i nectofori partecipanti avranno un senso e specifiche funzionalità, solo in un contesto di ordine superiore.
23. **Il cervello dei polipi.** Il polpo è un invertebrato con un cervello centrale, grande come quello di un gatto: ha circa 550 milioni di neuroni dei quali quasi 350 (i due terzi dei neuroni cerebrali) distribuiti negli otto tentacoli. I polpi possono aprire barattoli, risolvere enigmi e torcere gli otto tentacoli in modi illimitati. La spinta evolutiva del plurimo cervello di quest'invertebrato è in contrasto con quella dei mammiferi, sia terrestri che marini (delfini, balene...). Secondo la Global Workspace Theory (GWT) o teoria dello spazio di lavoro globale dell'olandese Bernard Baars (1998 e 2002) e dell'americano Stan Franklin (1997), la Mente umana sarebbe un teatro, dove il pensiero cosciente starebbe sul palcoscenico, mentre specifici moduli cerebrali lavorerebbero per lo più inconsciamente. La coscienza non sarebbe altro che l'informazione data dal modulo al momento dominante e distribuita ai restanti moduli per renderla "pubblica" ed "evidente". Tuttavia, la GWT non terrebbe conto dell'intelligenza dei polipi, capaci di usare strumenti e strategie di attacco e di difesa molto evolute. Il cervello dei polipi è in parte organizzato in un volume centrale, privo di moduli cerebrali e in parte distribuito lungo i tentacoli (cervello diffuso).
24. **Evoluzione.** Le creature terrestri si sono evolute come per un preciso obiettivo. L'antenato primitivo del Cavallo non assomigliava a un Cavallo moderno: era piccolo, con cinque dita per arto, collo e orecchie corte...Il Cavallo moderno ha un solo dito per arto, avvolto dalla struttura cornea dello zoccolo...Come potrebbero combinarsi tutti questi caratteri tramite la pura, darviniana casualità? Solo mutazioni genetiche? Ogni specie vivente è diventata tale tramite modelli genetici intricati e altamente specializzati.
25. **Homo Sapiens sapiens.** Homo Sapiens sapiens esiste sulla Terra da circa centomila anni. Tuttavia, in soli trentamila anni, gli Asiatici sono asiatici, gli Africani sono africani, gli Europei europei. Si tratta dell'1% del tempo necessario perché le specie animali e i popoli umani, diventino così diversificate. La selezione casuale è di certo inadeguata per descrivere un tipo così veloce di evoluzione interspecifica.

L'evoluzione darwiniana spiega che le mutazioni all'interno di una specie e tra specie e specie sono casuali. In questo caso, nascerebbe un solo bambino dall'aspetto asiatico, uno solo africano e un europeo su diecimila o più. Su diecimila bambini, una determinata società umana dovrebbe sceglierne uno solo, quello diverso, come modello per l'intera razza.

26. **Il cervello di Homo Sapiens sapiens** ha avuto una riduzione volumetrica rispetto a quello di Homo di Neanderthal, ma l'efficienza evolutiva si è accentuata. Grazie a un cervello superiore, si è incrementato ogni aspetto della civiltà umana, compreso l'arte, la musica, il diritto, la scienza, la tecnologia e la matematica. Domanda: i primi Homo Sapiens sapiens non usavano il cervello per nessuna di queste prerogative, tipiche della Mente umana, perché un cervello, diverso da quello di Homo di Neanderthal, è apparso almeno settantamila anni, prima che la civiltà avanzasse e desse origine alla storia moderna?
27. **Predisposizione.** Ogni madre si accorge presto della personalità nascente del proprio bambino, di solito nel primo anno di età. A cinque anni, alcuni bambini diventano bambini prodigio, in musica o in matematica. Nessuno sa spiegare l'origine delle predisposizioni. Si dice: in base alla genetica. Però alla nascita, i geni di questo bambino avevano come minimo centomia differenze rispetto ai geni dei genitori. Si suppone che si tratti di mutazioni casuali, di mutazioni ataviche. Tuttavia, un bambino che a sei anni suona il violino a livello professionale, necessita di un cervello avanzato, con centri cerebrali ben organizzati e collegati. Un bambino così ha coordinazione motoria, un tipo d'intonazione musicale e eccezionale talento che non si spiegano attraverso la genetica pura. I geni sono fundamentalmente mappe per la produzione di proteine. Mozart fu una fortunata combinazione di proteine?
28. **Microtubuli quantistici.** 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 da collegarsi alla sincronizzazione di sequenze elettriche, rilevabili con EEG: eventi elettrici derivanti da processi di computazione quantistica discreta, in integrazione di fase con numerosi cicli neurocomputazionali.
29. **Termodinamica.** La termodinamica studia le relazioni tra variabili come calore, energia e lavoro. Le leggi della termodinamica sono utilizzate per descrivere l'attività cerebrale come un flusso elettrico che viaggia da aree a potenziale più elevato ad aree a potenziale inferiore, consumando "energia libera" (cioè energia utile per produrre lavoro) nel minor tempo possibile. La teoria dell'informazione quantifica quanta incertezza c'è in nella comunicazione interpersonale e nella trasmissione di dati. Cioè, quanto è imprevedibile (o informativo) un messaggio e quanti bit di informazione sarebbero necessari per codificarlo. Questa teoria sarebbe un quadro generale in cui modellare le dinamiche cognitive.
30. **Apprendimento.** 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 e un interesse per i sistemi di elaborazione dell'informazione.
31. **NUMEN QUOD HABITAT SIMULACRO:** *un dio che dimora in una immagine.* La teoria della cognizione incarnata afferma che la comprensione del linguaggio umano avviene con la simulazione mentale. Questo resoconto è supportato da una serie di studi che riportano simulazioni di azioni durante la comprensione del linguaggio. Tuttavia, quali meccanismi dell'esperienza sensorimotoria siano inclusi in tali simulazioni è ancora controverso. Michael Foucault: "Bisogna avvicinarsi sempre di più al momento in cui il linguaggio mostrerà il suo potere assoluto...Forse quello che bisogna chiamare rigorosamente "letteratura" ha la sua soglia di esistenza precisamente là, in questa fine del XVIII secolo, quando appare un linguaggio che riprende e consuma nel suo culmine ogni linguaggio, facendo nascere una figura oscura, ma dominatrice dove giocano la morte, lo specchio e il doppio...e la fluttuante proliferazione delle parole all'infinito: simulacro, similitudine, simultaneità, simulazione..."

Nel linguaggio umano, non c'è mai uguaglianza tra singole parole (avverbi, aggettivi, sostantivi, articolo...). La loro unione e somministrazione in una frase compiuta, si anima di un movimento interiore e senza fine che allontana ogni parola dalla propria identità originaria. In una frase compiuta, le parole si

rinviano l'uno all'altro come nel raddoppiamento a specchio. Da questa reciprocità, nasce il senso più o meno oggettivo di una frase compiuta, dove ogni parola ha figurazione e assume il ruolo della comunicazione. Nel linguaggio umano, la parola ha la stessa ambivalenza della Ψ (funzione d'onda) di Schrödinger in fisica quantistica? La Ψ a fondamento del linguaggio umano?

32. **Esseri umani e macchine calcolatrici.** Per 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.

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

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

Questo nuovo saggio scientifico è dunque la continuazione di due precedenti ed ha come titolo: **Termodinamica - Anatomia – Psicologia**, ma è più lungo, con nuove formule e schemi, finalizzati a chiarire concetti e tesi che spaziano nei postulati della meccanica quantistica. Come scritto, ho integrato questo studio con le recenti scoperte di neurofisiologia cerebrale, in particolare citando gli studi di eminenti scienziati come Bassett e Sporns, Karen Hao, Christof Koch, Philip Goff, Le Bihan et al. Ciò perché la complessità cerebrale potrebbe esibire aspetti non spiegabili con la comprensione anatomica e fisiologica delle singole parti. La complessità cerebrale può mostrare proprietà collettive e caratteri *emergenti* che, nella loro esattezza modulare, hanno intrinseca legittimità. L'attività dei sistemi complessi implica l'esistenza di un processo, indicato come *transazione*: 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.

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.

Conciliare discipline complesse e vaste è di per sé 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 di queste 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 e animale. 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 neurali, oltre agli sforzi tesi a spiegare in modo esauriente i meccanismi e le pulsioni che sottendono la Mente umana.

Del precedente saggio scientifico (**Termodinamica e Funzioni Mentali Complesse parte seconda**) rimane la suddivisione in capitoli, alcuni dei quali divisi in paragrafi, indicati questi ultimi con le lettere minuscole dell'alfabeto. Ho approfondito in particolare alcuni aspetti di anatomia comparata, di fisiologia e di psicologia. I capitoli di questa ricerca scientifica, a parte il riassunto e la bibliografia, sono sessantadue, dai precedenti ventotto, così titolati:

- 1. Architettura cerebrale**
- 2. Teoria del Chaos**
- 3. Corpo calloso tra due insiemi complessi: i lobi cerebrali**
- 4. Corpo calloso, termodinamica e omeostasi cerebrale**
- 5. Apprendimento rinforzato e termodinamica**
- 6. Neurobiologia, neuro trasmettitori e la termodinamica**
- 7. Dopamina, omeostasi cerebrale e termodinamica**
- 8. Correlati d'apprendimento rinforzato. Immagini funzionali del processo decisionale**
- 9. Termodinamica e le tesi di Salerian Alen J.**
- 10. La N400**
- 11. Omeostasi cerebrale e plasticità cerebrale**
- 12. Principio di simultaneità Φ e mappe corticali**
- 13. La mente estesa**
- 14. Arto fantasma**
- 15. Esternalismo**
- 16. Connettoma**
- 17. Le elaborazioni mentali**
- 18. Immagini creative rivoluzionarie**
- 19. Mente estesa ed eloquio secondo Prinz**
- 20. La mente estesa in letteratura**
- 21. Omeostasi psichica**
- 22. Anelli di retroazione ed M-CFS M-CFS**
- 23. Arte neolitica**
- 24. La creatività umana deriverebbe dall'attività di una vasta massa cerebrale, tra Ordine e Chaos**
- 25. Schemi mentali innati**
- 26. Similitudini. Moduli cerebrali e muscoli adduttori della coscia, nel Cavallo**
- 27. Circolazione cerebrale e omeostasi cerebrale**
- 28. Moduli cerebrali**
- 29. Peculiarità delle arterie carotidi nell'Uomo**
- 30. Emodinamica cerebrale e linguaggio umano**
- 31. Interazione gravitazionale**
- 32. Parallelismi**
- 33. Gravità e differenziazione scheletrica Uomo-Scimmia**
- 34. Forza di gravità e volume cranico**
- 35. Le reti mirabili del delfino**

36. **Anatomia comparata**
37. **Dualismo Mente – Cervello**
38. **Campi quantici e Mente**
39. **Le sensazioni e le percezioni**
40. **Riflesso della prensione**
41. **La sensazione nel meccanismo neuro ormonale che regola la discesa del latte nella mammella**
42. **La sensazione nella talpa col naso a stella**
43. **Sistemi neuronali del dove e del che cosa**
44. **Sviluppo troppo rapido della massa cerebrale: Elefante-Delfino e moduli cerebrali meno efficienti**
45. **Materia cerebrale - aspetti comparativi**
46. **Parallelismo tra circolo di Willis arterioso e venoso**
47. **Cervello umano. Asimmetrie neuro-anatomiche**
48. **Emodinamica del Talamo**
49. **Le reti mirabili nel Gatto**
50. **Due enunciati**
51. **Topografia delle arterie renali**
52. **Aree di Broca e di Wernicke**
53. **Ippocampo e Amygdala**
54. **Immagini mentali strategiche**
55. **Homo Sapiens sapiens**
56. **Termodinamica- energia oscura cerebrale-coscienza**
57. **Correlati neuronali della coscienza**
58. **La Mente e la coscienza secondo Freud**
59. **M – CFS – Manifestazione e nascondimento**
60. **Sistemi quantici cerebrali**
61. **Il fenomeno della Mente umana potrebbe collegarsi a uno speciale spazio, il superspazio tramite CFS**
62. **Considerazioni conclusive**
63. **Riassunto**
64. **Bibliografia**

Premessa.

Freud parlava degli psicanalisti a lui contemporanei: *“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, sperano nel palesarsi di leggi naturali più comprensive e profonde, a cui 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 e analizzato la vita mentale e l'apprendimento in particolare. Sono noti 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 a 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 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, 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.

La teoria dell'informazione quantistica dà una potenziale soluzione col concetto di sovrapposizione quantistica. Nel regno quantistico, un singolo qubit può esistere in una sovrapposizione di molti stati simultaneamente. Allo stesso modo, le esperienze coscienti potrebbero essere codificate in sovrapposizioni quantistiche, consentendo una capacità informativa molto maggiore? Per alcuni teorici, le esperienze soggettive potrebbero venire "comprese" in stati quantici all'interno del cervello. La *compressione quantica* consentirebbe la codifica di esperienze complesse e multidimensionali in un modo che non è possibile con la codifica classica delle informazioni. Quando facciamo introspezione, o facciamo attenzione, potremmo "misurare" questi stati quantici, collassando la sovrapposizione in un'esperienza cosciente specifica. Questa ipotesi di *compressione quantistica* potrebbe spiegare diversi aspetti sconcertanti della coscienza:

1. **La ricchezza dell'esperienza sensoriale:** come mai possiamo percepire ed elaborare enormi quantità di dati sensoriali all'istante?
2. **Il problema del legame:** input sensoriali diversi sono integrati in un'esperienza cosciente unificata.
3. **L'ineffabilità di certe esperienze:** perché alcuni stati di coscienza, indicati col termine *qualia* (come il rossore del rosso), sono difficili da descrivere, o non del tutto in modo chiaro?

Sebbene altamente speculativa, questa idea della compressione quantistica dell'esperienza offre un approccio allettante per comprendere la complessità informativa della coscienza.

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-cortex,

includendovi 52 regioni. L'evidenza suggerisce che l'amygdala 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 media le 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'Amygdala 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 neuro-trasmittitore. 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 neuro-trasmittitore *dopamina*. Neuroni serotoninergici si originano nel nucleo del *rafe* e proiettano ramificazioni all'intera neo-corteccia, ai gangli basali, alle regioni temporale, limbica, ipotamamica, al cervelletto ed al tronco cerebrale. Ruolo associativo spetterebbe alla corteccia frontale e 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 le informazioni disponibili nelle altre aree corticali e sottocorticali, con 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) sono 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 trasformati in pinne. Le *silent areas* sarebbero molto estese e con peculiarità vascolari. Per questo, non sarebbero state assorbite ed omologate dalle adiacenti.

Reti neurali liquide. Le reti neurali liquide (LNN) sono più compatte, di ridotte dimensioni, dinamiche nella previsione delle serie temporali e più adattabili, rispetto alle precedenti più estese e complesse. Offrono quindi importanti prospettive di ricerca nel campo dell'IA. Il vantaggio principale, rispetto alle precedenti, è che si adattano a nuovi stimoli dopo l'addestramento. Gli LNN sono più robusti in condizioni rumorose, meno ingombranti, meno voluminosi e più interpretabili rispetto alle controparti convenzionali. Gli LNN sono ottimi predittori di serie temporali, finalizzati ad incrementare la capacità rappresentativa dei singoli neuroni, invece di ricavarla da complessi moduli e nodi di scala neuronale. Nel funzionamento degli LNN, ci s'ispira al meccanismo nervoso di un nematode microscopico il *C. elegans* che con soli 302 neuroni nel suo sistema nervoso può generare dinamiche inaspettatamente complesse.

Transumanesimo - Siamo in epoca transumana. L'evoluzione scientifica e tecnologica aprirà un nuovo percorso nel campo dell'anatomia, della fisiologia e della psicologia. Migliorerà la condizione umana, eliminando malattie secolari. Ci differenzieremo nettamente dagli altri mammiferi, dal punto di vista anatomico e fisiologico, eliminando infine la vecchiaia e forse la morte corporale. Un nuovo individuo post-umano esisterà sul pianeta Terra, con diversa morale. Nella nuova era, dominante sarà la crionica, il neurofeedback, l'editing genetico e l'uso di droghe intelligenti a scopi cognitivi. Neuralink è la società di Elon Musk che si occupa d'impiantare nel cervello di pazienti umani un microchip, incrementandone le funzioni cerebrali. Nel regno della cyber-coscienza, persone diverse culturalmente e dissimili nei rispettivi background, possono riunirsi e condividere conoscenze e idee. La nuova civiltà andrà oltre le capacità umane di prevedere, comprendere e gestire gli eventi a partire da quelli economici. Si affermerà sulla Terra la nuova entità super-umana con una diversa etica. Invece di discutere dell'antica filosofia greca, i filosofi discutano su come creare nuove regole etiche e legali per mitigare i rischi derivanti dalle nuove tecnologie, come l'intelligenza artificiale (IA) e la robotica. Dovremo perseguire le innovazioni del futuro anziché restare fermi nelle camere di risonanza del passato. L'anatomia e la fisiologia del corpo umano sono l'esito di secolari eventi evolutivi. In epoca transumana, il corpo umano sarà in parte sostituito

dall'intelligenza artificiale e da microchip cerebrali. Sembra che le stesse radici da cui si origina la coscienza individuale, possano essere trasferite su supporti digitali: il mind uploading. Lo storico Yuval Noah Harari parla di Homo Deus: prossima è la sostituzione dell'umanità con un super-uomo (Dio-uomo) con capacità soprannaturali, compreso la vita eterna. Lo scienziato giapponese KAKU lo ha affermato in un servizio televisivo: tra mezzo secolo, non si morirà più.

Nuove discipline scientifiche nel campo della biologia evolutiva.

Biologia quantistica ed entità viventi - Gli esseri viventi sono fundamentalmente simili ad altre materie non viventi in termini di composizione dalle due particelle fondamentali (FP): le stringhe e le singolarità con le rispettive caratteristiche binarie. I due FP compongono le particelle subatomiche.

Biologia quantistica - La biologia quantistica ha dimostrato, sia nella teoria che negli esperimenti, di essere la chiave di molti fenomeni biologici. La biologia quantistica si occupa delle interazioni a livello di sub-cellule, comprese molte funzioni che sfidano la logica delle particelle più piccole che conosciamo, Bookes J. C, (2017).

DNA come codici di istruzione pre-assemblati. Il DNA di tutte le unità biologiche è composto da quattro lettere. Ogni lettera rappresenta una data combinazione di molecole biochimiche. Le molecole sono composte da specifiche disposizioni di atomi: ogni lettera del DNA è un codice digitale preassemblato, composto da stringhe e singolarità, Al-Khalili Jim, (2018).

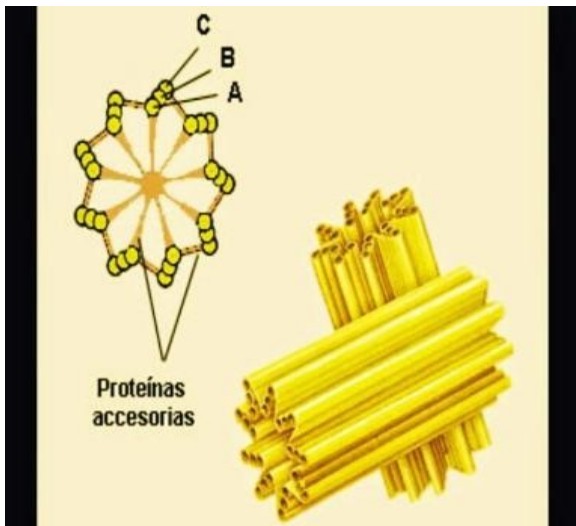
DNA e biologia quantistica. - Il modo in cui sono sequenziate le quattro lettere del DNA determina la natura e le caratteristiche delle unità biologiche. L'informazione codificata nel DNA, secondo un set d'istruzioni digitali, è alla base degli organismi viventi, Leyla Joaquin, Olival F. e El-Hani C., (2015).

Gene editing - La sequenza delle quattro lettere è già stata sfruttata attraverso la rivoluzionaria tecnica del Gene Editing, (Marais Adriana, Betony Adams e Andrew K. Ringsmuth, 2).

ALBERO DELLA VITA: aspetto simil frattale dell'evoluzione biologica in base alla termodinamica, alla freccia del tempo e alla gravità terrestre. La formula che calcola il coefficiente di asimmetria tra le ramificazioni dell'albero della vita dà valori costanti, tipici di un sistema frattale, correlato alla durata dello spazio-tempo di tali ramificazioni. Nei mammiferi, l'aspetto frattale è ancora più evidente se si considerano i rapporti tra segmenti scheletrici (autosimilarità statistica): lunghezza, larghezza e spessore medio delle singole costole, la lunghezza, spessore e larghezza femorale, tibiale, omerale...tra Homo Sapiens sapiens, Homo sapiens e tra le singole razze di scimmie...

La definizione di frattale è stata spiegata con queste proprietà:

- 1. I frattali hanno una struttura fine anche a scale arbitrariamente piccole.**
- 2. Una descrizione locale o globale con la geometria tradizionale è impedita dall'irregolarità di un frattale.**
- 3. I frattali hanno esatta, approssimativa, o statistica autosimilarità su tutte le scale.**
- 4. Una o più nozioni di "dimensione frattale", una generalizzazione della classica "dimensione geometrica", ne supera la dimensione topologica.**
- 5. C'è una regola di costruzione semplice, spesso ricorsiva.**



Le nozioni di autosimilarità di cui al punto (3) meritano chiarimenti: un frattale è autosimile se ha diverse copie esatte di se stesso, opportunamente scalate, il che è possibile solo per oggetti matematici astratti come il fiocco di neve di Koch (1904), o la guarnizione Sierpinski (1915). Oggetti fisici come un vero fiocco di neve, possono nella migliore delle ipotesi essere quasi auto-simili a causa di vincoli fisici che ne vietano la pila infinita di copie sempre più piccole. L'autosimilarità statistica, d'altra parte, implica che un oggetto sia composto da parti più piccole, che non ne sono copie esatte, ma hanno le stesse proprietà statistiche, se scalate in modo appropriato. È stato scoperto che molti oggetti, o fenomeni della vita reale soddisfano questi criteri

abbastanza bene: ad esempio, foglie di felce, broccoli e cavolfiori, alberi dendritici, o reti fluviali. L'albero della vita mostra tipiche strutture autosimili a invarianza scalare spazio-temporale. Ci sarebbe invarianza di scala nelle dinamiche auto-organizzative di energia/materia a tutti i livelli della gerarchia biologica: dalle particelle elementari fino alle cellule viventi, compreso la strutturazione scheletrica, quella muscolare e cerebrale in tutti i mammiferi. L'auto-organizzazione biologica, in accordo con le leggi empiriche della termodinamica del non equilibrio, potrebbe evolversi come struttura-processo multiscala e autosimile, cioè un frattale auto-organizzante: strutture e processi organizzativi degli organismi viventi sono invarianti rispetto alla scala biologica, in tutti i passaggi della gerarchia organizzativa. La materia vivente sarebbe uno stato/fase organizzativa della materia non vivente.

La materia vivente come conseguenza dell'autorganizzazione della materia non vivente. E' probabile che la similitudine geometrica, implicando un rapporto costante (scala di riduzione delle lunghezze) tra strutture microscopiche circa la loro disposizione nello spazio tridimensionale, sia applicabile perfino alle macromolecole della vita, come il DNA e l'RNA. La scala di riduzione delle lunghezze sembra evidente quando una cellula eucariote si divide in due cellule figlie (mitosi): fuso mitotico (microtubuli polarizzati), centrosoma (la peculiare disposizione spaziale dei suoi centrioli) ed i vari cinetocori, come la figura qui sopra. Sarebbe valida anche la terza delle tre similitudini della fisica, quella dinamica: l'aggancio tra cromosoma e fuso mitotico a livello dei cinetocori, avviene con una specifica soglia di forza elettro-magnetica, essendoci un rapporto costante tra le forze elettromagnetiche. Questo rapporto costante si indica con F . La funzione dei cinetocori (ce ne sono due per ogni centromero) è di agganciarsi ai microtubuli del fuso mitotico, quando la cellula si divide. In questo modo, i cromosomi si allineano correttamente all'equatore del fuso e tramite la trazione dei microtubuli che si accorciano depolimerizzandosi nelle zone vicine al centriolo, i cromatidi fratelli vengono ad essere separati e trascinati ai due poli opposti della cellula. Essendo la mitosi regolata in gran parte da fenomeni elettro-magnetici, la similitudine fisica di tipo geometrico sarebbe inclusa nella stessa natura dell'elettromagnetismo nella sua generalità, nei suoi fondamenti e infima intensità. Senza similitudine fisica, non c'è divisione cellulare, tra questi due eventi essendoci rapporto diretto.

1) ARCHITETTURA CEREBRALE.

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 inconsce, 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 il 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 individuale.

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 afferenze 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 suturate, 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. Questo tipo di fusione corticale ne incrementa la funzionalità. 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 e 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) in un'area più vasta ed omogenea. 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.

Il femore umano trasmette sensazioni propriocettive, diverse da quelle di un femore di Equino. Aspetto peculiare, a seconda della specie animale e tra animali e Uomo, hanno perfino le terminazioni nervose che veicolano al cervello questi tipi di stimoli. Tra Uomo e Cavallo, così come nei confronti di altre specie di mammiferi, diversi sono anche gli attacchi muscolari, così come la statica dell'osso. Diversa dunque è la sensazione a seconda della specie animale, condizionando la conseguente percezione. Un esempio di come la sensazione sia diversa da specie a specie è la retina da cui parte il processo visivo. L'Uomo e gli altri primati hanno sviluppato un sistema d'intermedia complessità di fotorecettori sensibili ai colori, in comparazione con altre specie di mammiferi e di uccelli. Con tre diversi recettori per il colore, l'Uomo ha meno recettori di una gallina che ne possiede cinque e più di un gatto che ne ha due. I recettori umani per la visione dei colori, i tre tipi di coni, sono specializzati per le lunghezze d'onda luminosa di 440, 540 e di 580 nm. Si pensa che circa 30-40 milioni di anni fa, nei primati esisteva un unico fotorecettore sensibile alle lunghezze d'onda luminose intorno ai 500 nm. La sensibilità per la radiazione rosso- grigia, presente in entrambi i coni di 540 e di 580 nm sarebbe un indizio alle ipotesi genetiche sull'esistenza nei primati di un unico fotorecettore ancestrale. Infine, i fotorecettori retinici assorbono la luce visibile attraverso la risonanza, trasformandola in segnali elettrici diretti al cervello. Quindi il cervello trasforma i segnali nelle immagini che vediamo. Non possiamo vedere la luce ultravioletta perché non abbiamo il rilevatore, non abbiamo i fotorecettori adatti per riceverla.

PLASTICA CEREBRALE: il cervello, in particolare le aree della neocorteccia, modifica struttura, funzioni e connessioni per adattarsi agli stimoli del mondo esterno. Si distinguono tre tipi di neuroplasticità che non riguardano solo la specie umana.

Neuroplasticità strutturale – E' la capacità del cervello di modificare le connessioni neuronali: si producono nuovi neuroni, integrati nel sistema nervoso centrale durante l'intera vita.

Neuroplasticità funzionale - La plasticità funzionale è la capacità del cervello di alterare e adattare le proprietà funzionali dei neuroni attraverso quattro modalità: adattamento dell'area omologa, espansione della mappa, riassegnazione tra modelli e mascheramento compensativo. Attraverso l'adattamento dell'area omologa, un compito cognitivo è spostato dalla parte danneggiata del cervello all'area omologa.

Neuroplasticità sinaptica - Il recupero di processi comportamentali, o fisiologici più dipendere dall'incremento delle sinapsi neuronali in alcune aree, propinque a quella danneggiata.

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 all., (1984).

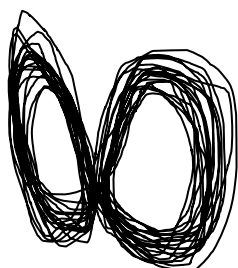
Stippich et all. (2003), indicano una differenza di circa 0,10 *voxel* tra l'area di Wernicke di sinistra (0,72) e quella di destra (0,62). Questa correlazione sarebbe simile a mio avviso, a quella esistente tra velocità sanguigna nelle cerebrali medie di sinistra (58,6 ml/sec) e destra (55,5 ml/sec). Picchi più elevati di *Bold-signals* nell'area di Wernicke sinistra, sarebbero rapportati ad una maggiore velocità di flusso sanguigno collegata a sua volta, all'origine diretta della carotide comune di sinistra dall'arco aortico. È da notare che anche nell'area di Broca di sinistra c'è *Bold-signal* più elevato del controlaterale. Questi dati sono stati riscontrati in tutti gli individui esaminati da Stippich. Gli autori, fanno notare l'elevata **plasticità cerebrale** nelle aree del linguaggio. In caso di forte menomazione, le aree di Broca e Wernicke di destra possono sostituire le omologhe danneggiate a sinistra. Dal punto di vista evolutivo, le aree del linguaggio di sinistra potrebbero essersi formate prima, avendo avuto condizione di flusso sanguigno più idonee.

La neuroplasticità si verifica di frequente negli animali. - Nella pecora, parte dell'ipotalamo è più ricettiva al GnRH durante la stagione riproduttiva che in altri periodi dell'anno. Negli uccelli canori, molti nuclei cerebrali di controllo del canto aumentano di dimensioni nella stagione degli amori. Tra gli uccelli, sono comuni cambiamenti nella morfologia del cervello che influenzano i modelli, la frequenza e il volume del canto.

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 a un'altra e 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 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 similari 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 e imprevedibilità.



← **Figura R.**

Ritornando alla realzione 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 i lobuli epatici. Strutture frattali sarebbero presenti anche nel sistema nervoso centrale. Fernández & Jelimek Herbert (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 fortemente ancorate all'emozioni ed alle sensazioni fisiche di fondo. Il problema è dato dall'incompletezza delle informazioni in ciascun neurone cerebrale. Sono informazioni troppo parziali, contenute in ciascun neurone che non ci fanno percepire consapevolmente due o più oggetti in contemporanea, come un cavallo che corre e una casa, oppure una strada e un'auto. I processi computazionali che avvengono nei neuroni attivi sono infatti separati spazialmente. La simulazione del mondo che è costantemente creata dai nostri cervelli, potrebbe essere 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:

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

R è l'attrattore di Lorenz in una struttura frattale **R1** di un organo umano come il fegato, il cervello, i polmoni ecc. **R** riguarda la morfologia strutturale di un organo del corpo umano (corteccia cerebrale).

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, dove la Mente si ancora per modificare, ampliare e potenziare la funzionalità, al di là di ciò che comunemente consideriamo lo Spazio, il Tempo e le leggi di evoluzione temporale.

Un attrattore cerebrale molto potente che si ricollega col campo quantico speciale, si localizza nelle aree di Broadman 9 e 10, come meglio sarà spiegato. Per Bieberich (2012), il cervello umano è intrinsecamente frattale con caratteristiche geometriche simili su varie scale, in riguardo alla morfologia cerebrale e all'architettura neuronale. In particolare, la dimensione frattale che relaziona il numero di parti con la lunghezza, o con l'area su ciascuna scala, è presente nelle reti neuronali e negli alberi dendritici (D 0 1,5-1,8 nelle proiezioni su piani 2D). Per Bieberich, si può definire la connettività frattale anche a livello molecolare, all'interno dei singoli neuroni.

L'attrattore all'interno di un sistema caotico è un fenomeno dinamico, non lineare ed esiste ampiamente in vari campi della natura, come nei sistemi biologici: ad esempio, le dinamiche nelle reti di regolazione genica. Il meccanismo che genera un attrattore di Lorenz può essere autoeccitato, o nascosto.

Attrattore psichico. Nella specie umana, esisterebbe un terzo tipo di attrattore di tipo psichico che porta l'individuo a rivivere le stesse storie, ripetendo gli stessi errori all'interno di un cambiamento esteriore e interiore apparente, in realtà auto somigliante. La staticità dell'attrattore psichico comporta che le relazioni sociali abbiano le medesime caratteristiche dell'esperienze pregresse. Il soggetto si aggrappa alla propria visione immutabile del mondo. La psiche rotea in un attrattore del Chaos mentale che lo illude nel proteggersi dall'incertezza dell'ignoto. Nell'attrattore psichico, il Tempo fisico non esiste.

- a) **Esempi di strutture biologiche frattali.** Nei ruminanti (bovini, pecore, capre, bufali, bisonti, cervi, alci ecc.) sono presenti i prestomaci: rumine, reticolo ed omaso. A livello dei prestomaci, c'è una microflora e microfauna batterica e protozoaria formata da batteri, protozoi e lieviti. Questa micro-popolazione simbiotica fermenta la cellulosa delle piante. In sintesi, questi animali trasformano l'erba di cui si nutrono in carne. La mucosa di questi pre – stomaci ha una tipica morfologia frattale: nel rumine ci sono le papille fogliate tra loro somiglianti, nel reticolo ci sono cellette esagonali che racchiudono cellette via via minori e similari. Nell'omaso c'è una successione regolare di lamine, detta ciclo delle lamine: I – IV – III – IV – II – IV – III – IV. Le pliche (o lamine della mucosa) di I ordine sono le più alte; quelle di IV ordine le più basse. Queste estroflessioni della mucosa con regolarità di scala in ogni pre – stomaco scompaiono nel quarto stomaco o abomaso, o stomaco ghiandolare vero e proprio. Nell'abomaso, esistono pliche della mucosa anche molto alte, disposte lungo l'asse longitudinale dell'organo, ma sono irregolari. Però, nell'abomaso è individuabile un microscopico sistema frattale, collegato alla funzione escretoria dell'organo: le fossette gastriche con morfologia regolare tra loro, ad invarianza di scala. Nelle fossette gastriche dell'abomaso, sbocca una miriade di ghiandole tubulari semplici. Nel rumine, reticolo e omaso, le pliche della mucosa con regolarità di scala, potrebbero collegarsi alla caotica presenza dei microbi simbiotici che fermentano la cellulosa. Un altro esempio di un sistema frattale che s'interrompe bruscamente, ma continuandosi con uno diverso è dato dagli anelli cartilaginei della trachea e dall'albero bronchiale che si dirama dalla trachea stessa. In tutti i mammiferi Uomo compreso, la trachea è formata da uno scheletro cartilagineo: gli anelli tracheali con successione regolare e metamerica. La funzione principale degli anelli tracheali è di mantenere beante il condotto che delimitano in modo che l'aria espiratoria ed inspiratoria possa fluire di continuo ai polmoni, anche quando l'individuo dorme. Tra un anello cartilagineo e l'altro, una lamina fibrosa dà elasticità al condotto che segue i movimenti del collo. Ogni anello cartilagineo è simile all'altro. Al di sopra della base cardiaca, la trachea si divide nei due bronchi principali, ognuno dei quali penetra nel rispettivo polmone. All'interno dei polmoni non esistono più anelli cartilaginei come nella trachea. Però subentra una nuova struttura frattale: l'albero bronchiale con le ramificazioni, prima dicotomiche e poi monopodiche dei due bronchi principali. Man mano che si procede in questo tipo di ramificazione, la parete bronchiale si riduce gradualmente, così come l'epitelio respiratorio che da pseudo – stratificato diventa via via cilindrico semplice, cubico semplice e infine pavimentoso semplice. Alle funzioni meccaniche della trachea, subentrano - a livello di albero bronchiale - quelle prevalenti dell'ematosi: lo scambio gassoso tra aria inspirata e sangue circolante all'interno dei polmoni. C'è da fare questa generica considerazione: come gli alberi, i polmoni (e l'albero bronchiale in essi contenuto) mantengono un rapporto costante tra aria superficiale e volume. Altro esempio di struttura a invarianza di scala sono i dendriti delle cellule del Purkinje, percorsi in trasversale da fibre nervose che ne intercettano i segnali. Questi dendriti sono strutture frattali perché i rami principali si suddividono in prolungamenti via via minuscoli e con rapporti scalari, costanti tra loro.

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. Negli equini, Takeuchi T. Sugita S., (2001) elencano cinque tipi di cellule nervose nell'area motrice in base all'organizzazione citoarchitettonica: tipi agranulari, frontali, parietali, polari e granulosi.

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 tuberotalamiche 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 e 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, leggere nel capitolo "architettura cerebrale."**

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. In matematica, i frattali possono essere generati utilizzando angoli che si biforcano, ad esempio:

- gli alberi auto-contattanti: le punte dei loro rami si intersecano,
- gli angoli di tessitura: ad esempio le curve di Peano,
- le lunghezze dei rami (i cosiddetti alberi H).

Smith J. H. (2021), trova come il valore D (valore critico D che può essere uguale a $0 < D < 1$ è chiamato la dimensione di Hausdorff) del neurone influenza la sua funzionalità. I neuroni con una maggiore necessità di connettività ottimizzeranno attorno a un D più alto. Ad esempio, le cellule umane del Purkinje sono caratterizzate da $D \sim 1,8$. SMITH et al., (2021) ipotizzano che anche gli stati patologici dei neuroni, ad esempio quelli affetti dal morbo di Alzheimer, potrebbero influenzare l'ottimizzazione frattale e spiegare precedenti osservazioni di cambiamenti nel comportamento di scala dei neuroni. SMITH et al. affermano che la ramificazione frattale di neuroni contigui ottimizzerà anche le connessioni alle cellule gliali vicine per massimizzare il trasferimento di nutrienti ed energia. Ziukelis Elina T. et al., (2022) hanno applicato la FD (Fractal Design) alla risonanza magnetica strutturale del cervello, affetto da malattie neurodegenerative e demenza: deterioramento cognitivo lieve, morbo di Alzheimer, demenza vascolare, demenza a corpi di Lewy, demenza frontotemporale, sclerosi laterale amiotrofica, morbo di Parkinson, malattia di Huntington, atrofia multisistemica, atassia spinocerebellare e sclerosi multipla. Per ZIUKELIS et al. (2022), processi patologici neurodegenerativi sono solitamente associati a un declino della FD cerebrale.

Zhengzhen LI, Jingjing Zhang et al., (2020) hanno utilizzato la morfometria corticale e la morfometria di superficie (SBM), confrontando i cambiamenti nello spessore corticale, nella girificazione, nella profondità dei solchi e nella dimensione frattale della corteccia cerebrale tra 25 pazienti BECTS (soggetti con patologia neurologica infantile) e tra 20 controlli sani (HC). Le alterazioni della dimensione frattale, in particolare a livello della girificazione corticale, compromettevano alcune funzioni cognitive come

linguaggio, attenzione e memoria. 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 al 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 base ai principi della II legge della termodinamica. Al contrario, i fenomeni di omeostasi cerebrale si verificano in base alla I legge della termodinamica (secondo Salerian A. J.). La teoria del Chaos, prevista nella seconda legge, si adatterebbe a forme di disfunzione cerebrale, come la schizofrenia. Oltre a monitorare la qualità delle rappresentazioni sensoriali e mnestiche, il cervello umano deve anche distinguere le rappresentazioni autogenerate da quelle guidate dall'esterno. Possiamo percepire le cose, ma le evochiamo anche dall'immaginazione o dalla memoria. Le allucinazioni nella schizofrenia sono state collegate all'incapacità di distinguere se l'attività sensoriale è generata da sé stessi, o dal mondo esterno. Studi di neuroimaging hanno collegato questo tipo di monitoraggio della realtà alla corteccia prefrontale anteriore. Nei primati non umani, i neuroni della corteccia prefrontale distinguono tra la normale percezione visiva e il mantenimento attivo dello stesso contenuto visivo nella memoria.

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

- La migrazione dei neuroblasti verso l'esterno, dando origine a 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 al. 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, provenienti 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 singole componenti dell'omeostasi cerebrale. La riorganizzazione somatotopica corticale, descritta da vari 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 nelle aree del linguaggio. Questo tipo di riorganizzazione preserverebbe la complessiva struttura frattale del cervello, opponendosi alle leggi generatrici il Chaos.

Nell'Uomo, Gazzaniga, M.S. et al., (1998) hanno scoperto che 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 sostituzioni di parole. A differenza dai 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.

Dogil G. et all. (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 all. (2002). I correlati anatomici del linguaggio umano funzionerebbero in sincronia, rafforzando in ultima analisi **l'omeostasi cerebrale**.

Ben-Shachar et all., (2003), con tecniche di risonanza magnetica funzionale da supporto all'anatomia funzionale, rilevarono le funzioni complesse del cervello implicate nella trasformazione sintattica durante la produzione di sentenze. Gli autori dimostrarono che queste funzioni complesse sono localizzabili nel cervello con elevata lateralizzazione, coinvolgendo il *gyrus* frontale inferiore sinistro (regione di Broca), oltre al solco temporale posteriore superiore. Queste zone avrebbero funzione anti Chaos nell'ambito di un corretto eloquio.

c) Sintesi sui meccanismi di sviluppo della struttura frattale nella produzione del linguaggio. Stimoli visivi che dalla retina risalgono, attraverso il corpo genicolato laterale, sino alle aree 17 e 18 di Brodman (corteccia visiva) e gli stimoli acustici che pervengono alla corteccia associativa parieto-temporo-occipitale (giro angolare area 39 di Brodman), sono integrati e inviati all'area di Wernicke, dove avviene una prima elaborazione acustica dello stimolo visivo-verbale. Veicolati dal fascicolo arcuato, gli stimoli nervosi raggiungono l'area di Broca, dove hanno sede i circuiti deputati alla traduzione grammatico-fonetica del segnale ed allo schema sonoro della parola. Schema percettivo e schema sonoro appartengono pertanto a distinti domini neuronali.

Gruppi di *sub-moduli* presiedono all'aspetto grammaticale, sintattico e fonetico con varie funzioni:

- Struttura della frase.
- Concatenamento delle frasi.
- Struttura delle frasi, formulate in un discorso con coerenza logico-semantic.
- Struttura tematica.

Il principio universale di organizzazione linguistica. Si ha in questo modo una strutturazione gerarchica delle singole parole all'interno della frase, o di un gruppo di frasi, inserite dentro un discorso con coerenza logico-semantic. I sub moduli neuronali formano i diversi livelli, dove le parole di una frase sono ubicate stabilmente. Sono questi livelli, propri di una determinata popolazione umana e caratterizzati da invarianza di scala, a determinare la struttura frattale del linguaggio umano. Per Pareyon G. (2007), il linguaggio nel suo insieme appartiene alla categoria dei "**frattali naturali**". Le strutture linguistiche non sarebbero formate da livelli di disordine, ma da ordine iterativo e coerenza strutturale.

La natura frattale del linguaggio ha livelli di complessità, dalle singole lettere fino a interi testi, oltre che nei collegamenti tra le parole e i relativi significati. La dimensione frattale non si limiterebbe ai linguaggi naturali, ma sembra estendersi a quelli artificiali, come i linguaggi di programmazione, suggerendo un principio universale di organizzazione linguistica. La struttura frattale del linguaggio non è solo una proprietà delle singole parole, ma include unità superiori, come frasi, paragrafi, testi e persino generi. La struttura frattale del linguaggio sembra connessa non solo al significato, ma anche al suono: le misurazioni fonetiche nei discorsi di diverse lingue lo evidenziano.

Il linguaggio è la capacità umana di comunicare, tramite segni vocali e visivi. Il linguaggio è da considerarsi un sistema frattale complesso, dove le parole sono elementi concatenati in base a uno schema logico di comunicazione. Gli schemi sono pensieri, sentimenti, volontà e conoscenza umana con cui il linguaggio acquista significato. Il linguaggio umano è unico tra gli altri sistemi di comunicazione: molte parole esprimono concetti immateriali e intellettuali. Inoltre, la sinonimia, la polisemia...ne incrementano la complessità. I testi, forma scritta del linguaggio, ne ereditano la complessità. Un testo è comprensibile

se c'è regolarità nella distribuzione e frequenza spaziale delle parole che lo strutturano, come un muro di mattoni. La disposizione ordinata delle parole dipende da due fattori:

1. **Le regole grammaticali** - La grammatica di una lingua specifica il posizionamento delle parole in una frase tramite la successione di verbi, nomi, avverbi e altre parti del discorso. Le regole grammaticali formano correlazioni a breve raggio nelle sequenze di parole di una frase.
2. **Ordinamento semantico**. Il significato di un testo scritto dipende dalla disposizione delle parole al suo interno. L'ordinamento semantico si estende sull'intera gamma del testo, permettendo la correlazione a lungo raggio di qualsiasi parola. In un testo, le parole hanno differente importanza. Ci sono parole correlate all'argomento del testo, vale a dire le parole importanti.

Un indice che quantifichi l'importanza delle parole in un testo è fondamentale per estrarre in automatica parole chiavi, come punto di partenza per la sintesi del testo, la categorizzazione dei documenti, la traduzione automatica e altre questioni relative al recupero automatico delle informazioni. L'automazione di questi processi è di crescente importanza. Mehri e Darooneh, (2011) hanno utilizzato diverse metriche entropiche per estrarre le parole chiave. Hanno scoperto che la distribuzione cumulativa delle distanze tra occorrenze consecutive di un tipo di parola è la seguente, secondo una specifica strutturazione frattale:

$$P = [1 + (q - 1) \beta X]$$

dove x è la distanza tra occorrenze consecutive di un tipo di parola, β è una costante e q è un valore positivo. Mehri e Darooneh hanno classificato le parole in base al valore q il cui valore, nel caso di parole importanti, è maggiore rispetto al caso di parole comuni.

3 - Corpo calloso tra due insiemi complessi: i lobi cerebrali.

È noto che il corpo calloso ha un ruolo fondamentale nel trasferimento interemisferico delle funzioni sensoriali, motorie e cognitive di ordine superiore, Gazzaniga, (2000). Nell'Uomo, il corpo calloso ha più di 200 milioni di fibre commissurali (Nolte F., 1999) che collegano i due emisferi. L'estensione del corpo calloso è quindi consistente e accompagna lo sviluppo della neocortex. Wang Pan et al., (2021) hanno utilizzato la fMRI a riposo su 108 soggetti sani. Hanno incrementato le immagini della fMRI coi dati del tensore di diffusione (DTI), con la trattografia e con la connettività funzionale in stato di riposo (RSFC). I risultati di queste analisi rafforzano l'idea che il corpo calloso ha modelli di distribuzione spaziale unici e si collegano a distinti WM-FN (le reti funzionali della materia bianca). Il corpo calloso come lo spazio vettoriale di Hilbert, inteso come struttura di proiezione dello stato del sistema, rappresentato i due lobi cerebrali.

Giedd JN et al. (1996), trovarono un incremento del corpo calloso, sia nell'Uomo che nella Donna, tra i quattro e i diciotto anni:

13,1 mm² (donne) e 11,1 mm² (uomini), tra i quattro e i diciotto anni di età.

La tabella γ , riporta le medie e le deviazioni standard dell'area totale (mm²) del corpo calloso e di sue sette sottoregioni in 114 ragazzi ed adolescenti normali, età tra i quattro ed i diciotto anni, da Giedd JN et al., (1996).

Tab. γ

	femmine	maschi
rosto	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 e 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 mm²

CERVELLO CAVALLO-----AREA CALLOSALE
385 g 200,8 mm²

CERVELLO DELFINO-----AREA CALLOSALE
3.832 g 180,5 mm²

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 all., (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 all., (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. I rapporti sopra indicati si possono esprimere in base alla legge allometrica che indica la relazione tra due attributi degli organismi viventi y e x ed è espressa come legge di potenza: $Y \sim x^a$, dove a è l'esponente di scala della legge.

Nell'Uomo, il cattivo funzionamento del corpo calloso è implicato nel disturbo depressivo maggiore (MDD), dove alcuni circuiti neuronali, in particolare quelli associati al corpo calloso avrebbero erronee connessioni. Il disturbo depressivo maggiore (MDD) è caratterizzato dalla disregolazione dell'umore, della cognizione e del comportamento. Gli MDD hanno riduzioni callosali circa il volume del rostro e dello splenio. Nei pazienti con MDD rispetto ai controlli sani (HC), l'analisi VBM (morfometria basata su voxel) evidenzia una concentrazione di sostanza bianca inferiore nel ginocchio e nello splenio e una GMC (concentrazione di materia grigia) chiaramente inferiore nelle regioni frontale, limbica, insulare e temporale. Nel tracciamento delle fibre con tensore di diffusione (DTI), le fibre che attraversano le aree danneggiate del ginocchio, del rostro e dello splenio sono dunque anatomicamente collegate ad aree cerebrali con minore GMC.

Possiamo definire il corpo calloso nei termini matematici di FUNZIONE.

$$F : A \rightarrow B$$

Il corpo calloso (F) è funzione tra A (lobo sin. cerebrale) e B (lobo dx cerebrale) solo se ogni elemento di A è correlato fisiologicamente a B, tramite le fibre di associazione del corpo calloso.

3) Corpo calloso, termodinamica e omeostasi cerebrale.

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 \dot{Q} . (q) Nel caso del cervello, l'energia termica totale deriva dalla somma delle attività neuronali nelle singole aree nervose. Lo scambio energetico tra i due lobi cerebrali sarà indicato con \dot{L} . Lo scambio energetico non avviene a livello del corpo calloso che non ha la funzione di conduttore termico. \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 λ), 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. Nonostante la soggiacente dimensione frattale, ci sarebbero 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. Il corpo calloso rende applicabile il principio di simmetria geometrica tra i due lobi cerebrali. 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 generali 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 anatomo-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 stato effettuato da Witelson (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 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 rispetto al controlaterale, ma 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. 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 et al., (2001) con la tecnica *voxel - connessa alla morfometria* (VBM) esaminarono l'asimmetria degli emisferi cerebrali umani, rapportata al sesso e all'uso preferenziale di una

mano. La ricerca 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. Nei maschi c'era incremento asimmetrico a sinistra tra *Gyro di Heschl* e PT, rispetto alle femmine.

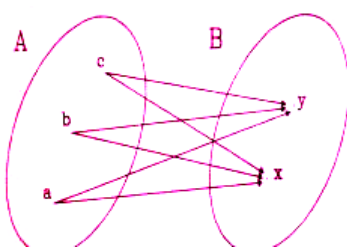
- 2) Nopoulos P.C. et all., (2001) hanno effettuato misurazioni del cervello umano per trovare differenze tra i sessi. Gli autori affermano che nei due sessi l'emisfero destro ha volume superiore. Nopoulos et all., hanno fatto la ricerca con la MRI su un vasto gruppo di persone sane (42 maschi e 42 femmine) 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.

Nei maschi, l'area media del corpo calloso ha un incremento che va da 0,56 cm a 0,93 cm a partire dagli otto mesi, fino ai quattro anni e mezzo di età. Nello stesso periodo tra le femmine, il corpo calloso ha uno sviluppo che va dai 0,45 cm fino a 0,66 cm. Tuttavia, l'area media dello splenio è più ampia nelle femmine (0,280 cm²) che nei maschi (0,184 cm). C'è dunque correlazione tra il volume cerebrale, maggiore nei maschi che nelle femmine e il superiore volume callosale medio, maggiore nei maschi della stessa età. L'incremento dello splenio nelle femmine, superiore che nei maschi, è dipende dalle aree del linguaggio che, tra i due lobi cerebrali, sono più strettamente connesse nelle femmine.

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).

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, in relazione alle 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 e 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 E.V. et al. (2001) evidenziarono un chiaro 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 e 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 cm² a otto mesi e di 0,93 cm² a 7,2 anni. Nella femmina, si passava da 0,45 cm² a 0,66 cm².

Oishi M. et al. (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).**

5) 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 attentivo 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 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 dipende 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 scimpanzé. Per esempio, i macachi giapponesi danno prova di un uso intelligente dello strumento. Possono usare un rastrello per raggiungere un pezzo di cibo e controllano 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 cm³ e non presenta processi cerebrali riconducibili a forme di apprendimento rinforzato.

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 al., 1992; Romo R. & Schultz W., 1990; Schultz, W, 1993 e 2002).

Snow J.C. et al. (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 a 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 a una ricompensa, gli autori 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; Montague, P.R., 1993; Montague P.R., 1995, 1994, 1996, 2004). 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 hanno guizzi di attività di fronte a 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 a ogni prova. Il rilevamento degli errori fornisce un chiaro esempio di automonitoraggio cerebrale: a volte ci rendiamo conto di aver commesso un errore e cambiamo idea. Il rilevamento degli errori è evidenziato da due componenti dell'attività dell'elettroencefalografia (EEG): la negatività della relatività dell'errore (ERN) e la positività all'errore (Pe). Entrambi i segnali sono presenti nella corteccia cingolata e prefrontale mediale subito dopo una risposta sbagliata, ma prima che venga ricevuto qualsiasi feedback. Come può il cervello commettere un errore e rilevarlo? Una possibilità è che l'accumulo di prove sensoriali continui dopo che è stata presa una decisione e si deduce un errore ogni volta che queste ulteriori prove puntano nella direzione opposta. Una seconda possibilità, più compatibile con l'elevata velocità di rilevamento degli errori, è che due circuiti paralleli, un circuito sensomotorio di basso livello e un circuito intenzionale di livello superiore, operino sugli stessi dati sensoriali e segnalino un errore quando le loro conclusioni divergono.

Sembra chiaro perché la dopamina sia un importante mediatore nei processi di apprendimento, collegati a 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 al., 1996, Floresco S.B. et al., (2003), la teoria suggerisce che i neuroni dopaminergici ricevano stimoli da diverse aree afferenti che sono:

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

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 di nuovo elaborate in livelli superiori e gli 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 discrimina numerosi odori, suggerendo che l'attività dopaminergica in un ambiente chiuso sia importante nei processi di apprendimento immediato. Per 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.

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 gli 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. In base alle teorie di Salerian, ci sarebbe in questo caso, un allontanamento delle strutture striatali dall'omeostasi cerebrale e un avvicinamento verso una conformazione simil-caotica. Le differenze strutturali potrebbero parzialmente essere alla base dei deficit di appagamento e del 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 e anticipo d'ansia. L'incremento sanguigno più elevato era nella corteccia pre-frontale dorsolaterale destra, temporale inferiore sinistra e nella regione ippocampale amigdalloidea sinistra: 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 al. (2010), dimostrano che la capacità di sintesi della dopamina da parte dello striato è largamente intatta nell'età anziana a condizione che tale sostanza non rimanga accumulata nelle cellule, ma sia eliminata nei liquidi extracellulari. Tadashi Hamasaki et al. (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 recettiva del circuito dei gangli basali, coinvolto nel controllo di numerose funzioni motrici, cognitive ed emotive. Nel telencefalo, lo striato ha proprietà istologiche differenti dalla neo-corteccia, ma la sua ontogenesi è in gran parte sconosciuta. Tadashi Hamasaki et al. (2003), come detto, 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.

6) Neurobiologia, neuro trasmettitori 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 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 noradrenergici 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 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.

Per Salerian Alen J. (2010), variazioni fisiche della sostanza nervosa (volumetriche, di peso, di direzionalità e di altezza) comportano disfunzioni funzionali in specifiche aree cerebrali. La tesi troverebbe conferma nel lavoro di Deicken R.F. et al., (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.

Le leggi della termodinamica hanno importanti implicazioni sul meccanismo di azione di alcuni neurotrasmettitori e sui loro antagonisti, come dimostrano Dat T. N. Ngo, Trinh Q. Nguyen,[‡] Hieu K. Huynh, and Trang T. Nguyen, (2020). Gli autori hanno rilevato i profili termodinamici, il tasso di entropia e l'influenza del calore causati dalle molecole di Sertralina e di Paroxetina su alcuni mediatori chimici cerebrali, in particolare sulla SEROTONINA. Con la *spettrometria della derivata seconda* e tramite FTIR, Dat T.N. Ngo et al. (2020), hanno evidenziato il comportamento di PAX (paroxetina) e SER (sertralina) in base alle leggi della termodinamica. I coefficienti di partizione di PAX e SER sono stati determinati a quattro diverse temperature: 25, 32, 37 e 42 °C. Si è scoperto che l'aumento della temperatura da 25 a 42 °C facilita la partizione di PAX e SER nel doppio strato lipidico. I profili termodinamici di PAX e SER hanno indicato che i loro processi di partizione sono energeticamente favorevoli, endotermici e seguono il classico effetto idrofobico (cioè guidato dall'entropia). Nonostante abbiano gli stessi profili termodinamici, PAX e SER hanno diversa influenza sulla conformazione lipidica delle membrane cellulari a livello cerebrale, nel loro partizionamento e in particolare nei possibili siti di legame all'interno del doppio strato lipidico.

7) 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 e i sentimenti. La dopamina è nel tratto infundibolare, dove guida 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 dal lobo anteriore dell'ipofisi. A livello centrale, la dopamina è rilasciata dalla *substantia nigra* e la sua azione modula l'attività inibitoria dei neuroni GABAergici. Dopo aver interagito coi 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) a 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, compreso il principio zero, formulato nei primi anni Trenta del Novecento: la variabile più importante della Dinamica è il Tempo. La Temperatura è la variabile fondamentale della Termodinamica.

Olds et all., (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 e 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. Le Vine M.V. et all., (2018) hanno studiato la funzione di accoppiamento termodinamico delle proteine TFC su specifici recettori di membrana cellulare. Nella regolazione enzimatica di membrana di cellule nervose, sensibili ad alcuni neurotrasmettitori, in particolare alla dopamina, ruolo preminente hanno le leggi della termodinamica.

8) Correlati d'apprendimento rinforzato. Immagini funzionali del processo decisionale.

Parte prima. 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 all., 2001, Knutson, B., et all., 2001; Knutson, B., et all., 2008; Pagnoni G., et all., 2002), entrambi tra i maggiori bersagli della dopamina. O' Doherty J. et all., (2004) e McClure S.M. et all., (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 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: Mc Clure S.M. et al., (2006); Preuschoff 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. 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 B.W., 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 amygdala 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 – libica ed il nucleo caudato, lo striato dorsomediale, (Ballerine, B.W., 2005; Killcross, S. & Coutureau, E., 2003).

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 e 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.

Parte seconda (*L'apprendimento tra Pavlov e Skinner: procedure d'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 predisposti 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 pavloniano 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, oltre che del sistema limbico, oppure di alcuni nuclei della base. LeDoux (1998), sostiene che nelle risposte di paura ci sia il coinvolgimento dell'amygdala, un nucleo del sistema limbico, dove il principale neurotrasmettitore è la noradrenalina. 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 e all'ippocampo. Dal talamo, dalla corteccia sensoriale e dall'ippocampo, partono stimoli all'amygdala che li convoglia a varie aree cerebrali, ognuna delle quali comporta l'insorgenza di un particolare aspetto emotivo. Per LeDoux, emozioni come la paura sono un aspetto del comportamento rinforzato. Queste emozioni sono regolate da nuclei nervosi, implicati in attività motorie, vegetative e cognitive. Gli stati emotivi si originerebbero da strutture sottocorticali non da aree della neocortex.

9) Termodinamica e le tesi di Salerian Alen J. Argomento diviso in dodici tesi.

1 - Variazioni dell'omeostasi cerebrale dipendenti da alterazioni termiche nello stesso cervello, correlate a patologie nella neuro-trasmmissione, o della sostanza nervosa comportano disfunzioni in una specifica area cerebrale. In alcune aree cerebrali, W. Kuschinsky e J.Vogel, (2002) avevano

mostrato 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 irrorata, 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_r** (flusso sanguigno cerebrale regionale) potrebbero compromettere la normale corticogenesi, in particolare nei lobi frontali in età pre-puberale, come dimostrato da Takashi Ohnishi et al. (2000), Dawson G. e coll. (1995), George MS et al. (1992) e Mountz JM et al. (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 possono essere compensati da un decremento volumetrico nei restanti. Diversamente, la pressione intracranica (ICP) aumenterà.

2 - Il principio di Bernoulli, in linea con la prima legge della termodinamica, afferma che l'energia totale in un fluido è la stessa in tutti i suoi punti. Schmidt E., et al. (2016), hanno applicato questo principio sull'emodinamica cerebrale per evidenziare la stretta relazione tra pressione intracranica e fluidi intracranici. L'equazione di Bernoulli dimostra che un fluido non scorre lungo un gradiente di pressione, o velocità. Un fluido scorre lungo un gradiente di energia da una regione ad alta energia a una regione a bassa energia. Un fluido può scorrere anche contro un gradiente di pressione, o un gradiente di velocità. Pressione e velocità sono parte dell'energia totale. La perfusione del sangue cerebrale non è guidata dalla pressione, ma dall'energia: il sangue scorre dalle regioni ad alta energia a quelle a bassa energia. L'idrocefalo è correlato all'aumento della resistenza del liquido cerebrospinale (CSF) - al trasferimento di energia - in vari punti. L'identificazione del trasferimento di energia all'interno del circuito del liquido cerebrospinale è importante per comprendere e trattare i disturbi correlati al liquido cerebrospinale. Il principio di Bernoulli non è un concetto astratto, lontano dalla pratica clinica: la pressione sanguigna è facile da misurare, ma non induce la ripresa del flusso sanguigno cerebrale.

3 - Per Kuschinsky, c'è 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.

4 - Salerian A.J. et al., (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.

5 - A parte la complessa funzionalità, il cervello è una robusta macchina termodinamica. Il tasso metabolico del tessuto è elevato ed è protetto termicamente dalle ossa del neurocranio. Per Donnelly J. et al., (2014) il flusso sanguigno cerebrale ad alto volume raffredda e stabilizza la temperatura cerebrale. Donnelly et al., affermano che il sangue arterioso in entrata è normalmente più freddo della temperatura del tessuto cerebrale, mentre il sangue venoso in uscita è normalmente più caldo del sangue arterioso, ma più freddo del tessuto cerebrale. Il flusso sanguigno cerebrale può quindi essere inteso come un dispositivo di raffreddamento per il cervello.

6 - 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 O₂ nelle normali attivazioni fisiologiche. Il consumo di O₂ 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* in contrapposizione al relativo tasso di entropia.

7 - Alterazioni dell'*omeostasi cerebrale* starebbero alla base di malattie degenerative come il Morbo di Parkinson. 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).

TASSO DI ENTROPIA CEREBRALE ALTO ← →ALTERAZIONE RITMO SONNO-VEGLIA.

8 - Byne W. et all. (2009), affermano che il talamo è un incrocio d'impulsi nervosi multipli, alcuni dei quali implementati nella patologia schizofrenica. Rapportato al 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.

9 - Szycik G. R. et all. (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.

10 - Sallerian A.J. et all., (2010) dice: 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 simili tra lo *stuttering* e la *distonia* con possibile coinvolgimento di un unico neurotrasmettitore, rappresentato in questo caso dalla dopamina.

11 - La teoria di Sallerian suggerisce che la temperatura corporea è una forza fondamentale, 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 Sallerian, l'*omeostasi* cerebrale potrebbe risentire anche delle modificazioni strutturali della materia cerebrale, come nei pazienti schizofrenici, descritti nell'esperimento di Byne W. et all., (2009).

12 – La termodinamica e la coscienza. Le attività elettriche dei sistemi neurali sono fondamentali per la fenomenologia della coscienza. La percezione sensoriale innesca uno scambio d'informazioni/energia con l'ambiente, ma le attivazioni ricorrenti del cervello si mantengono in uno stato di riposo con parametri costanti. Dunque, la percezione origina un ciclo termodinamico chiuso. In fisica, il motore di Carnot è un ciclo termodinamico ideale: converte il calore da un serbatoio caldo in lavoro o, al contrario, richiede lavoro per trasferire il calore da un serbatoio a bassa temperatura a uno ad alta temperatura (il ciclo di Carnot invertito). Déli Eva et all. (2022), hanno analizzato il cervello ad alta entropia mediante il ciclo endotermico di Carnot invertito: le attivazioni cerebrali irreversibili forniscono la direzionalità temporale per l'orientamento futuro. Per

Déli E., un trasferimento flessibile tra stati neurali ispira apertura e creatività. Al contrario, lo stato di riposo a bassa entropia è parallelo ad attivazioni reversibili, che impongono la focalizzazione sul passato attraverso il pensiero ripetitivo, il rimorso e il rimpianto. Il ciclo esotermico di Carnot degrada l'energia mentale: l'equilibrio energia/informazione del cervello formula la motivazione, percepita come posizione o emozioni negative. La ricerca di Déli darebbe una prospettiva analitica sull'emozioni positive, negative e del comportamento spontaneo, secondo il principio dell'energia libera. Per Déli, le attività elettriche, i pensieri e le credenze si prestano a un'organizzazione temporale, una condizione ortogonale ai sistemi fisici. Déli suggerisce che una validazione sperimentale circa l'origine termodinamica delle emozioni comporterebbe migliori opzioni nel trattamento delle malattie mentali.

10) 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 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. Precisazione: 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 l'ambiguità nel nome *pescecane*: pese + cane che potrebbe indicare 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 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), evidenziava che in 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 a un sistema lessico-concettuale. Ciò proverebbe 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, la N400 non sarebbe chiaramente evidenziabile nei test. Questo aspetto sarebbe da collegarsi con i molti processi legati alla plasticità cerebrale, in particolare intorno a una età critica che nella specie umana è intorno ai 4 – 5 anni. Dunque, 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 e la riduzione del coefficiente di coscienza.** Alcuni di questi concetti si collegano al prossimo paragrafo.

11) Omeostasi cerebrale e plasticità cerebrale.

Da sveglia, il cervello umano opera ben lontano dall'equilibrio termodinamico, sotto un delicato controllo omeostatico. Per questo motivo, è sensibile a una gamma di stimoli fisici e chimici, altamente adattabili, in grado di produrre una gamma di azioni pertinenti agli obiettivi.

La dinamica funzionale del cervello umano avviene in base a due principi fisici: energia ed entropia, correlati alla teoria dell'informazione. La fisiologia del cervello implica dunque il trasferimento e la trasformazione di quote di energia e d'informazione.

1. Entropia. La seconda legge della termodinamica afferma che l'entropia totale di un sistema isolato aumenta sempre nel tempo. Qualsiasi evento accada nell'universo, dalla combustione del carburante in un motore alla crescita di un organismo vivente, è accompagnato da un aumento dell'entropia.
2. Energia. I sistemi viventi e altre forme di comportamento adattivo sfidano questo principio, potendo mantenere un alto grado di ordine e organizzazione in contrasto con l'entropia del sistema. Questa apparente contraddizione è risolta dal concetto di sistemi aperti: scambiano energia e materia col loro ambiente, come per esempio il cervello umano.
3. Possiamo esprimere il funzionamento cerebrale complessivo in funzione del suo dispendio energetico e della sua deviazione dall'entropia massima tramite l'equazione:

$$F = \Delta E / (H_{\text{max}} - H_{\text{obs}})$$

Dove:

F = fisiologia cerebrale.

ΔE = variazione di energia del sistema rispetto al suo stato predefinito

H_{max} = entropia massima del sistema

H_{obs} = entropia effettiva, osservata nel sistema

4. Teoria dell'informazione. Più un segnale (messaggio) è imprevedibile e più alta è l'entropia dell'informazione. La teoria dell'informazione introduce il concetto d'informazione reciproca: la quantità d'informazioni che una variabile dà su un'altra. Nel contesto dei sistemi intelligenti, l'informazione reciproca può essere utilizzata per quantificare il grado di accoppiamento, o coordinamento tra diverse parti del sistema (tra le aree cerebrali), o tra il sistema (il cervello) e l'ambiente circostante.

E' possibile determinare quindi il funzionamento cerebrale in funzione del suo dispendio energetico e della sua deviazione dall'entropia massima:

$$I_o = \Delta E / (H_{\text{max}} - H_{\text{obs}})$$

Questa equazione definisce la fisiologia cerebrale in osservanza ai principi della termodinamica e della teoria dell'informazione.

Dinamica cerebrale. Per alcuni autori, lo sviluppo infantile è caratterizzato da un ricco repertorio di conoscenze innate, organizzate secondo domini cognitivi, 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 possano selezionare credenze,

dotate di un contenuto vero e reale. In questo stesso periodo, tra i quattro e i cinque anni, nella specie umana avvengono numerose e importanti modificazioni cerebrali, dal punto di vista morfologico e strutturale. Queste radicali modificazioni sarebbero indispensabili per la maturazione cognitiva, permettendo l'emergenza di una Mente adeguata a rapportarsi col mondo circostante. Anche se alcuni moduli mentali sono innati, altri si formeranno e si consolideranno nelle ultime fasi della corticogenesi. Nella specie umana, la densità sinaptica della corteccia frontale raggiunge l'apice verso i cinque anni di vita, Rappoport 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 (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. Più precisamente, Paus ha osservato che la sostanza bianca si espande dopo la nascita a partire dal ponte e dai peduncoli cerebellari. Verso il 1° mese fino al 3°, la mielinizzazione riguarda la parte posteriore limbica della capsula interna, il ginocchio del corpo calloso e verso gli 8-12 mesi, appare la sostanza bianca dei lobi frontali, parietali ed occipitali. Le immagini qui di seguito (Fig.1) eseguite con la MRI e sono tratte dal lavoro di Paus, (2001).

FIG. 1



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 e il volume totale del sangue nelle arterie cerebrali maggiori, nelle due carotidi interne e nella basilare. Gli Autori hanno usato 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 nella basilare. Ai sei anni di età come a quattro anni, questi indici sono inferiori.

Nell'Uomo sui cinque anni, la stabilizzazione del flusso sanguigno encefalico favorirebbe l'incremento della densità sinaptica, in particolare a livello corticale. Strutture anatomiche e fisiche di regolazione, oltre a sostanze chimiche specifiche, mantengono costanti i seguenti parametri: fluido cerebrospinale, flusso e volume sanguigno cerebrale, pressione intracranica (ICP), abbattendo il tasso di entropia cerebrale. 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 all. (1992), Mountz JM et all. (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; il cervello necessita di un flusso sanguigno costante su una larga gamma di pressioni arteriose medie, indicate col termine di autoregolazione. Vedere più avanti anche la **fig. 9** con le spiegazioni connesse: parallelismo tra le forze che regolano la formazione degli osteoni e quelle dei moduli cerebrali: strati corticali non sono solo impilati uno sull'altro, ma ci sono connessioni anche tra gli strati e tra i vari tipi neuronali, per l'intero spessore della corteccia.

L'autoregolazione cerebrale, a parte l'emodinamica di base, implica l'esistenza microcircuiti corticali raggruppati in colonne e microcolonne (minicolonne). Si ritiene che le minicolonne siano le unità funzionali di base della corteccia. La plasticità all'interno del cervello è spiegata in parte dalla presenza di legami deboli che consentono alle *minicolonne* (o microcolonne) di elaborare informazioni da una varietà di fonti, adattandosi rapidamente all'esigenze ambientali senza bisogno di cambiamenti genetici. Dunque, questi speciali legami cerebrali sono stati definiti da Mountcastle (1998) "minicolonne o microcolonne."

Un design modulare (minicolonna) riduce la complessità di un sistema, suddividendolo in parti più piccole. Questo schema organizzativo prevede l'integrazione di diverse attività, ma con indipendenza funzionale delle sue parti. I moduli si auto-organizzano in sistemi complessi in base a una varietà di fattori piuttosto che a un modello predefinito. Una minicolonna cerebrale ha alcuni aspetti fici simili a un osteone di un osso lungo.

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, col conseguenziale aumento del tasso di entropia.

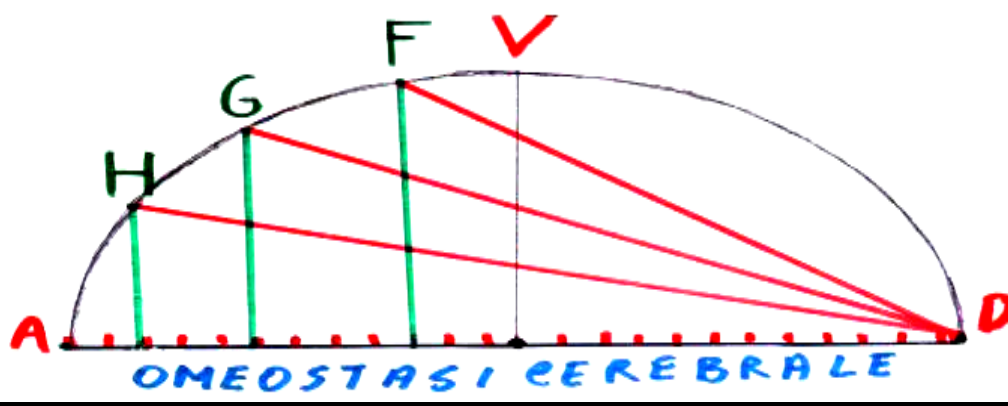


FIG 9

AD = omeostasi cerebrale (fig. ξ).

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 al., (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 e di entropia nel cervello di un individuo schizofrenico.
4. FD è il grado di complessità (possono esistere isole cerebrali ad 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 frappona 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. ξ 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 soggettive, 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.

Per Maraffa M. & Meini C., (2004) forme deboli d'incapsulamento modulare a livello corticale avvantaggiano la creatività. La teoria del Chaos indica che i sistemi di auto-organizzazione funzionano con maggiore creatività ai margini del Chaos, uno stato simil frattale 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 e 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. Il Chaos indeterministico starebbe comunque alla base del funzionamento cerebrale, non solo nell'Uomo.

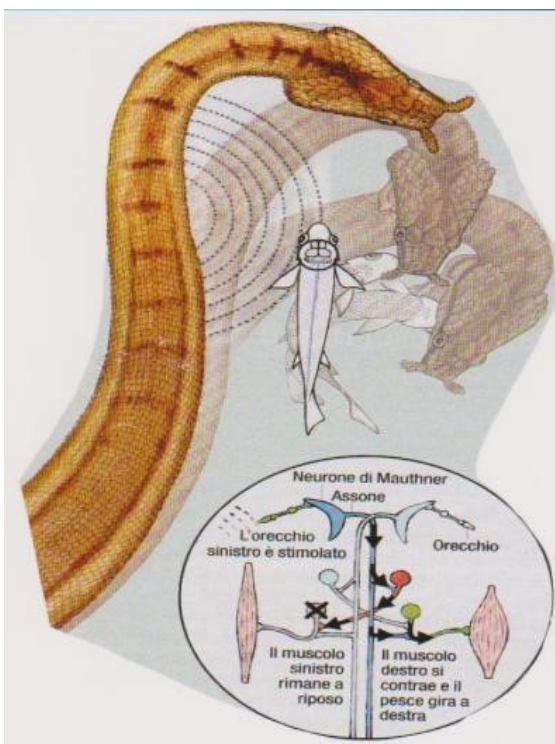
Dunque:

CHAOS CEREBRALE E OMEOSTASI CEREBRALE IN PERENNE EQUILIBRIO.

C = Chaos cerebrale.

O = Omeostasi cerebrale.

C/O = K



Questo equilibrio K implica un valore molto alto di O e molto basso di C. Quanto più alto è O, tanto più basso è C.

Predatori e prede. Consideriamo uno dei neuroni con cui si determinano i concetti, nella specie umana. A livello sperimentale, ogni volta che un paziente vede una fotografia di una nota attrice dello spettacolo, il *neurone dei concetti* si attivava e scaricava cinque potenziali d'azione in mezzo secondo. Tuttavia, il numero esatto di potenziali d'azione varia da una visione alla successiva. Di conseguenza, nella stessa prova sperimentale con lo stesso soggetto in esame, gli input possono essere magari sei e nella prova successiva tre. Questa variabilità dipende in parte dal tremolio degli occhi,

dal battito del cuore, o dalla frequenza respiratoria. Il resto dell'imprevedibilità si pensa che derivi dai movimenti a scatti delle molecole d'acqua e di altro tipo, dai movimenti termici che conosciamo col nome di temperatura. Alla base del funzionamento neuronale cerebrale, pur dominato da fenomeni imprevedibili, molte specie mammiferi hanno compartimenti spesso scontati e sfruttabili da altre specie, in particolare i predatori.

Nell'osservazione del mondo circostante, il cervello individua gli oggetti che attirano l'attenzione. Il collicolo superiore, il solco intraparietale ed il campo oculomotore elaborano una *mappa di salienza* che stabilisce con quante probabilità l'attenzione possa essere attirata da questo, o da quell'altro oggetto. Tuttavia, nel caso in cui una persona abbia, per esempio, smarrito un oggetto tra l'erba, la sua corteccia prefrontale rinforzerà l'importanza della zona erbosa nella *mappa di salienza intraparietale*, incrementando la sensibilità dei neuroni, appartenenti all'area visiva V1. Invece, nel caso in cui tra l'erba cominci ad apparire una forma che evochi un pericolo immediato, come la presenza di un serpente, l'amygdala allenerà il campo oculomotore affinché lo sguardo sia concentrato verso la zona a rischio. In questo processo di *fissazione dello sguardo condizionato*, sono coinvolti l'amygdala, l'ippocampo e la corteccia prefrontale mediale, facenti parte di un sistema molto antico, finalizzato al riconoscimento del pericolo immediato. L'amygdala esercita la sua azione anche sull'area visiva V1, affinché l'analisi dell'oggetto rilevato sia più precisa e ciò permetterà di sapere se si tratta realmente di un serpente, o di un pezzo di legno. Il rivelatore del pericolo è rappresentato dall'asse:

amygdala →→→ area visiva V1 →→→ analisi visiva, attenta e particolareggiata di un oggetto.

In questo caso, il rapporto C/O ha un valore nettamente negativo, essendo O nella massima efficienza fisiologica. Il cubo di Kaniza è il disegno di un cubo che mostra delle linee d'intersezione che potrebbero giacere tutte sullo stesso piano, oppure alcune di esse potrebbero stare su un piano più vicino all'osservatore e con una direzione diversa. Di fronte ad un *cubo di Kaniza*, il cervello dell'osservatore può scegliere tra tre interpretazioni a partire da un unico input. Cioè, una sola immagine mentale alla volta può essere elaborata da vari centri encefalici. Non è possibile la formazione d'immagini mentali multiple e differenti, sia a partire dall'immagine del cubo di Kaniza, sia per tutte le altre immagini fisiche. Nell'elaborazione di una sola immagine mentale, studi di neuro-immagine mostrano una intensa attività dell'area visiva V3, della corteccia frontoparietale, dell'amygdala di destra e spesso dell'ippocampo. Queste tre componenti nervose sono implicate nella focalizzazione dell'attenzione. L'amygdala di destra si attiva solo nel contatto visivo diretto di pericolo, mentre l'amygdala di sinistra ha un ruolo più generico nella interpretazione dello stesso pericolo, Ryuta K. et al. (1999). Come nel cubo di Kaniza, è possibile un'unica interpretazione su ciò che si osserva e si focalizza l'attenzione. Impossibile è la duplice interpretazione visiva sullo stesso oggetto, osservato dallo stesso individuo in un dato istante.

Immagine del cubo di Kaniza → Area V3 → Corteccia fronto - parietale → amygdala di sinistra → ippocampo → Imm. mentale unica in quel momento.

Inganni tattici. - L'immagine mentale unica in un dato momento che si forma nel processo visivo, focalizzato su un dato oggetto, presuppone che abbia una specifica e non ambigua disposizione spazio – temporale. La necessità di una chiara disposizione spazio – temporale di una immagine, rilevata ed estrapolata dall'osservatore all'interno del mondo circostante, sta alla base di alcuni inganni tattici come quello attuato da *Erpeton tentaculatus*, un rettile acquatico predatore. In proposito, ci sono alcuni esempi nel mondo animale. Uno di questi è dato appunto dal comportamento predatore di *Erpeton tentaculatus*, un rettile acquatico del sud est asiatico (Cambogia, Thailandia, Vietnam...) che si nutre di pesci. In fisica, i corpi interagiscono in base a

dove si trovano adesso, a prescindere da ciò che accadrà in futuro. I sistemi viventi, invece, interagiscono in base a ciò che potrebbe accadere nel prossimo futuro e reagiscono precocemente per restare in vita. La tattica di caccia di *Erpeton tentaculatus* è quella di starsene immobile in acqua come un pezzo di legno, assumendo una caratteristica forma a **J**. L'interazione tra pesce e predatore è molto rapida: circa 40 mil.sec., cioè 1/25 di sec. Molto veloci sono i pesci nell'allontarsi da un predatore che generi rumori, od oscillazioni in acqua. La fuga inizia dopo appena 6 – 7 millisecondi, meno di 1/50 di secondo. Il pesce prende la forma detta **C – start** (a mezzaluna), scattando il più lontano possibile dal predatore. Invece, nei pressi di *Erpeton tentaculatus* i pesci sembrano dirigersi verso la bocca del serpente, per una errata interpretazione di ciò che ad essi appare. Il predatore *Erpeton tentaculatus* sfrutta bene un meccanismo neuro – ormonale della preda, finalizzato alla fuga. Nel nuotare nell'ansa a **J**, formata dal corpo e dalla testa di *Erpeton tentaculatus*, il pesce si spaventa per le oscillazioni generate di proposito in acqua dai brevi e rapidi movimenti della parte posteriore del rettile. All'istante, il pesce si sposta nella direzione opposta alle oscillazioni, finendo in bocca al serpente. I meccanismi nervosi messi in atto dalla preda (il pesce) e dal predatore (il serpente) hanno fini opposti: la salvezza per il primo e il procacciamento del cibo per il secondo. In base alla teoria di Libet sul libero arbitrio, ammesso che il pesce-preda e il serpente-predatore abbiano uno stato ascrivibile alla coscienza sia pur limitata, propria degli animali inferiori, si avrebbe la seguente condizione:

Inconscio-pesce-preda (tempo di latenza di Libet) →→ movimento improvviso di fuga.

Inconscio-serpente-predatore (cioè il tempo di latenza di Libet) →→ movimento di attacco.

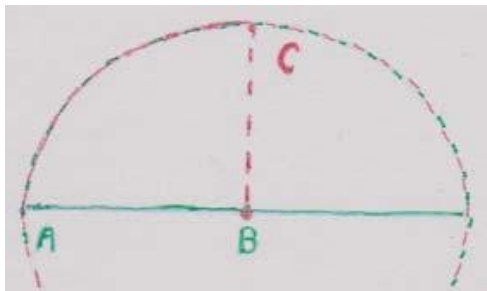
Tra preda e predatore, indispensabile sarebbe la sincronizzazione di due atti a livello inconscio (pre-coscienze): neuroni che si attivano in automatica per la fuga del pesce-preda e quelli che anche in automatica si attivano del serpente-predatore. In questo caso, al predatore verrebbe a mancare la capacità di previsione conscia e la pianificazione efficace dell'attacco, rapportata allo scatto improvviso di fuga della preda. Koch C. (2014), dice che animali semplici – la semplicità è misurata dal numero dei neuroni e relative interconnessioni come topi, aringhe e mosche - hanno un comportamento meno differenziato e più stereotipato di quello di un cane, o di un essere umano. Tuttavia, non è illogico supporre che gli stati di coscienza di questi animali siano meno ricchi ed occupati da un numero meno elevato di associazioni e di significati, rispetto ad animali di livello superiore, fino all'Uomo. La coscienza umana è molto più raffinata della coscienza canina o di un pesce: il cervello umano ha un numero venti volte superiore di neuroni, rispetto al cervello di un cane e ha una rete neuronale più ricca. In termini generali, una rete neuronale suddivide il processo di trasformazione cognitiva in diverse fasi tra le quali saranno selezionate le più rilevanti.

Il cervello ancestrale dei pesci comprende una coppia di cellule giganti ai lati del cervello, detti *neuroni di Mautner*. Gli assoni di queste cellule trasportano input verso il lato opposto del corpo. Di conseguenza, un rumore dal lato sinistro stimola i motoneuroni del lato destro che causano una energica contrazione muscolare in questo lato del corpo. I neuroni inibitori della parte sinistra bloccano la contrazione muscolare di questo lato, evitando l'interferenza col movimento opposto. Il risultato è una fuga molto veloce che mette in salvo il pesce. Però, nel caso in cui la preda si trovi nell'ansa a **J** del serpente tentacolare (*Erpeton tentaculatus*) la reazione di fuga gli è fatale. La velocità con cui *Erpeton tentaculatus* ingoia le prede aiuta il predatore a nascondere l'identità (mimetismo), rassomigliando ad un pezzo di legno. Come nel cubo di Kaniza, il pesce-preda ha un'unica interpretazione di ciò che vede: quella falsa di un pezzo di legno. In questo caso, il sistema di fuga del pesce che ha come base il sistema *amygdala ancestrale – ippocampo ancestrale* non si attiva in tempo utile. *Erpeton tentaculatus* può scattare in avanti, dove si aspetta che arrivi la preda in fuga precipitosa, prevedendo la reazione del pesce. Si tratta di eventi molto rapidi e la vista non è di aiuto. Per questo, il predatore deve pianificare l'attacco. Quindi, il serpente colpisce in base a previsioni (calcoli computazionali effettuati dal suo tessuto nervoso centrale) e non in base a ciò che vede. Un meccanismo analogo è messo in atto dai volatili predatori notturni, come i gufi. *Erpeton*

tentaculatus ha un comportamento predatorio. E' stato visto che anche i rettili appena nati cacciano le prede nello stesso modo. Si tratterebbe di un comportamento innato. In proposito, il disegno da me medesimo elaborato è stato tratto da una figura del mensile *Le Scienze* (giugno, 2011) nell'ambito della ricerca di Kenneth C. Catania: Natural born killer. I *neuroni di Mauthner* si attivano in risposta a rumori, o ad increspature d'acqua, inviando input alla parte opposta del corpo (per esempio il destro). Si ha la contrazione dei muscoli di questa parte che fanno schizzare il pesce in direzione opposta. Il meccanismo di fuga dei pesci è sfruttato da *Erpeton tentaculatus* che mostra un comportamento, per alcuni aspetti simile al fenomeno quantistico indicato col termine di *entanglement*: il cervello del predatore comprende e prevede la reazione cerebrale della preda, come se i due cervelli fossero la stessa cosa, uniti in un'unica identità. Il fenomeno è tanto più sorprendente se si pensa che è correlato col cervello di un rettile di pochi cm³. Questo tipo di predazione è attuato anche in assenza di luce solare. C'è da supporre che i calcoli computazionali innati del cervello ancestrale, appartenenti al serpente predatore, presuppongano che a sua volta il cervello ancestrale della preda sia ingannato. L'abilità del serpente predatore *Erpeton tentaculatus* somiglia a quella di un abile calciatore al quale gli siano stati bendati gli occhi. Il calciatore in questione ha gli occhi bendati e dovrebbe calciare un pallone verso l'alto, ma prima che il pallone cada a terra, dargli una testata. L'operazione del calciatore bendato avrà molte possibilità di riuscita se il pallone sarà calciato appena al di sopra della sua testa. Invece, nel caso in cui egli calci il pallone molto in alto, queste possibilità saranno ridotte quasi a zero. Tornando ad *Erpeton tentaculatus*, è il predatore che dà il calcio, cioè genera oscillazioni in acqua col proprio corpo che spaventano il pesce. La testa del predatore, come il calciatore bendato che dà con successo una testata al pallone, è molto vicina alla preda e ciò aumenta le possibilità di predazione. Alla base, c'è la disparità tra i due sistemi nervosi centrali, messi in atto: quello del predatore e quello della preda. I rispettivi cervelli come distinti dispositivi informatici. I sistemi nervosi centrali del pesce e del serpente sono la conseguenza di fenomeni evolutivi, qui di seguito sintetizzati.

Pesci: esiste un sistema più ancestrale di rilevamento di un eventuale pericolo. Questo sistema consiste in uno striato – amygdala – ventrale, il cosiddetto grigio STRIATOAMIGDALOIDE: l'amygdala e lo striato formano un lobo dorsale latero/ventrale, un contingente organico, evidente anche nei ciclostomi, oltre che nei pesci e (di poco al di sotto) in alcuni anfibi (urodeli).

Rettili: si differenziò l'asse striato – amygdala – dorso/ventrale che andò formando una struttura compatta, dominata dal sistema olfattivo. Lo STRIATOAMIGDALOIDE GRIGIO (pallido dorsale) perfezionò le funzioni motorie che in molti aspetti rispecchiavano quelle del tronco cerebrale, dominate dal sistema vestibolare e per esteso da quello visivo.



In sintesi, quando gli animali emersero dal mare e cominciarono a vivere sul bagnasciuga, l'amygdala e lo striato furono costretti a separarsi per l'incremento d'importanti funzioni motorie, così come il bulbo olfattivo si espanse insieme col vecchio contingente cerebrale, adattandosi all'esistenza di un mondo di odori. Lanuza E. et all. (1998), affermano che nei rettili esiste un tipo di amygdala multimodale, una specie di centro associativo ricevente informazioni visive, uditive, somatosensitive ed olfattive da numerosi centri telencefalici e sotto telencefalici, collegandosi anche col nucleo postero – mediale del talamo. Questo contingente nervoso sarebbe simile al neo-striato degli uccelli e all'amygdala basolaterale dei mammiferi. Altri studi, (Smeets W.J. et all., 2000), descrivono un grosso centro ippocampale nei rettili, disposto nel pallium mediale. L'ippocampo rettiliano sarebbe specializzato nella fine discriminazione spaziale degli oggetti circostanti.

Minime differenze di specifiche strutture nervose hanno reso il serpente *Erpeton tentaculatus* un inesorabile predatore di piccoli pesci e questi ultimi sue dirette prede. L'attacco del serpente predatore avviene lungo in segmento **BC** all'interno di una ipotetica semicirconferenza che rappresenta il suo campo di caccia. La fuga della preda (il pesce) avviene lungo il segmento **AB** in

un lasso di tempo T . I calcoli computazionali che avvengono nel cervello del serpente devono tener presente sia la traiettoria di fuga lungo il raggio AB (direzionalità), sia il tempo di percorrenza (durata). Solo incrociando questi due parametri, l'incontro predatore – preda può verificarsi a livello del punto B che è il centro della semicirconferenza in questione.

La velocità di fuga della preda è data dalla formula: $V = AB/t'$

E quella del serpente che attacca è: $V = BC/t''$

Perché l'attacco riusca, deve aversi questa equazione: **$AB : BC = t' : t''$**

Un altro aspetto messo in azione dal predatore è dato dal fatto che la preda ritiene che il pericolo sia originato nel punto A , mentre esso parte dal punto C , dove si trovano le fauci del serpente, (vedere disegno da me medesimo eseguito della semicirconferenza con raggio AB). Inoltre, perché la predazione possa avere esito positivo è necessario che lo scatto del predatore verso la preda avvenga nello stesso istante in cui questa inizia la fuga. Ciò è prevedibile perché è il serpente ad impaurire il pesce, generando rumori, od oscillazioni in acqua. Il predatore attua un puro calcolo probabistico, indirizzato alla predazione. Invece, la preda ha una reazione istintiva, non programmata. Una reazione consequenziale, indirizzata alla fuga. Una reazione istintiva e prevedibile. Questa equazione computazionale si verifica all'interno del sistema neuronale del rettile e dev'essere esatta perché il predatore raggiunga lo scopo. Accade che è il cervello del rettile a comprendere (contenere) in un unico dominio quello del pesce.

Nell'azione predatoria tra *Erpeton tentaculatus* che come si è detto ha una durata di circa 40 mil.sec., cioè 1/25 di sec. entrano in campo due stati coscienti:

A) STATO COSCIENTE DEL PERICOLO → AZIONE DI FUGA DELLA PREDA

B) STATO COSCIENTE (DI ALLERTA) DEL PREDATORE → AZIONE DI ATTACCO

Perché l'azione predatoria riesca, devono verificarsi due condizioni:

- **$B > A$**
- **$B \leftrightarrow A$**

Differenza di grado. Cioè B dev'essere strettamente interconnessa con A , come se le due unità fossero parte integrante di un unico cervello. In particolare, i nuclei cortico-talamici di B devono in un certo modo agire in concerto con il medesimo complesso cortico-talamico di A .

Quindi, perché l'azione predatoria riesca, lo stato di coscienza in B dev'essere superiore che in A . La *quantità di esperienza cosciente* e cioè la quantità d'informazione integrata, prodotta dal sistema neuronale che si genera in B dev'essere superiore dell'omologo A .

Integrazione. I due sistemi A e B si devono interconnettere, producendo una forma d'informazione integrata. L'energia cinetica e potenziale del pesce che scatta via dal predatore in ogni passo temporale t sono date da:

$$K = K(\dot{y}) = \frac{1}{2}m\dot{y}^2$$

$$V = V(y) = mgy$$

Costruendo la Lagrangiana $\mathcal{L} = K - V$ e inserendola nelle equazioni di Eulero-Lagrange si ha:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial}{\partial \dot{y}} \left(\frac{1}{2}m\dot{y}^2 - mgy \right) = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{2}m\dot{y}^2 - mgy \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{d}{dt} m\dot{y} = -mg$$

$$\Leftrightarrow m\ddot{y} = -mg = F_G$$

che è l'equazione in base alla quale scatta il movimento di fuga del pesce. Il serpente predatore riuscirà a catturare il pesce, se in base ad un sistema di coordinate xy , in cui il movimento della preda avviene in parallelo alla coordinata y ne intercetti la reazione di fuga.

Informazione integrata. 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. Nella specie umana, 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 sanno distinguere un'azione giusta da 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. Nell'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). Accadono due cose. Compare la negatività da errore, essendoci 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.

Per Koch C. (2014), la teoria dell'informazione integrata introduce una misurazione precisa che coglie l'ampiezza della coscienza, indicata con la lettera greca Φ , phi. Espressa in bit, Φ quantifica la riduzione del grado d'indeterminazione di un sistema, ben oltre l'informazione generata a prescindere dalle singole parti, quando quel sistema entra in un particolare stato. Per inciso, l'informazione consiste nella riduzione del grado d'indeterminazione di un sistema neuronale cerebrale. Le parti — i moduli — del sistema equivalgono alla quantità dell'informazione non integrata e indipendente. Così, se i singoli blocchi isolati del cervello equivalgono a molta informazione, si è verificata poca integrazione ulteriore.

In altri termini, Φ misura il grado in cui la rete, nel suo stato attuale, è sinergica. Esso è l'ampiezza per cui il sistema è maggiore della somma delle sue parti: la possiamo considerare una misura dell'olismo della rete. La teoria dell'informazione integrata fa diverse previsioni. Una delle più controintuitive e dunque potenti, è che l'informazione integrata scaturisca da casuali interazioni all'interno di un dato sistema neuronale. La Φ si riduce quando le interazioni non possono più avere luogo, a causa di un incremento permanente, o transitorio di entropia locale.

Koch afferma che le simulazioni al computer di reti piccole dimostrano che è difficile ottenere valori elevati di Φ . In genere, tali circuiti hanno solo un paio di bit d'informazione integrata. Reti con un solo bit e simulazioni al computer di reti piccole dimostrano che è difficile ottenere valori elevati di Φ . In genere, tali circuiti hanno solo un paio di bit d'informazione integrata. Reti con un Φ elevato richiedono sia la specializzazione, sia l'integrazione (interconnessione), una peculiarità dei circuiti neurali nel complesso cortico-talamico. La grandezza Φ denota la dimensione del repertorio cosciente, associato a qualsiasi rete di parti interagenti causalmente. Più il sistema è integrato e differenziato, più è cosciente e minore sarà il tasso di entropia intrinseca al sistema. La scarica sincrona dei potenziali d'azione tra neuroni è un altro mezzo d'integrazione. Però, se tutti i neuroni del cervello dovessero scaricare in modo sincronizzato, come in una forte crisi epilettica, l'integrazione sarebbe massima, ma la differenziazione minima. Massimizzare la Φ significa trovare il punto giusto tra queste tendenze opposte. Ritornando all'esempio del serpente predatore (B) e del pesce preda (A), in B la Φ è superiore che in A. Koch dice che nei termini delle connessioni neurali,

il tratto dominante dei neuroni piramidali nella corteccia cerebrale è l'abbondanza delle loro connessioni locali eccitatorie, integrate da un numero minore di connessioni verso neuroni lontani. In matematica, le reti composte da tali elementi sono definite *grafi small-world*: in alcuni sistemi complessi, le caratteristiche fondamentali sono descritte non dai punti, ma dalle relazioni tra essi. Due unità qualsiasi di reti *small-world*, due neuroni corticali a caso, non distano che per poche sinapsi. Questa proprietà tenderebbe a massimizzare il coefficiente cerebrale, indicato con la lettera Φ . Viceversa, Φ è basso nelle reti composte da moduli piccoli, numerosi e quasi indipendenti. Ciò spiegherebbe perché il cervelletto, nonostante un grande numero di neuroni, non contribuisce granché alla coscienza: la sua organizzazione sinaptica regolare, quasi come un cristallo, è tale che i suoi moduli agiscano in modo indipendente fra loro, con una interazione scarsa tra quelli distanti. Koch dice che non è subito evidente per quale ragione l'evoluzione dovrebbe favorire i sistemi con un Φ elevato. Uno dei vantaggi potrebbe essere l'esempio di B (serpente predatore) rispetto ad A (pesce-preda). Per Koch, un Φ elevato incrementa la capacità di combinare dati da differenti fonti sensoriali per considerare e pianificare una linea d'azione futura. Le reti neurali di uso generale con un valore di Φ elevato, come il complesso cortico-talamico, molto meglio delle reti più specializzate, dovrebbero saper gestire situazioni nuove, inattese e difficili da prevedere. Esseri viventi, dotati di un cervello con Φ elevato, dovrebbero essere più adattati al mondo con molti attori operanti su differenti scale temporali, rispetto alle creature il cui cervello ha lo stesso numero di neuroni, ma meno integrati. Importante è stabilire che un cervello con un Φ elevato sia in qualche modo superiore a un cervello meno integrato, ossia meglio adattato ad ambienti naturali complessi. **Un Φ efficiente perché molto elevato dimostrerebbe che la coscienza è vantaggiosa alla sopravvivenza, incrementandosi nelle creature con Φ elevato, appunto.** Per Koch, la teoria non sarebbe eliminata in assenza di tale dimostrazione, ma renderebbe epifenomenica l'esperienza.

Per Koch, la teoria dell'informazione integrata specifica non solo la quantità di coscienza Φ , associata a ciascuno stato di un sistema, ma coglie anche la qualità esclusiva di quell'esperienza. Lo fa considerando l'insieme di tutte le relazioni informazionali di cui è capace il sistema fisico sottinteso. Ossia, le modalità in cui si generano le informazioni integrate determinano non solo quanta coscienza è insita in un sistema, ma anche quale genere di coscienza esso ha.

Per Koch, persino la materia semplice ha un minimo di Φ . Protoni e neutroni consistono di un trio di quark che non osserviamo mai isolati, perché costituiscono un sistema integrato infinitesimale.

La teoria dell'informazione integrata (IIT), ipotizzando che la coscienza sia una caratteristica fondamentale dell'universo, piuttosto che l'emergenza da elementi più semplici, è una versione elaborata di pan psichismo. Koch dice che l'ipotesi secondo la quale tutta la materia sia in qualche grado cosciente è affascinante in quanto a eleganza, semplicità e coerenza logica. Ammesso che la coscienza sia reale e ontologicamente distinta dal suo substrato fisico, allora è un passo breve concludere che l'intero cosmo è permeato di coscienza. Per Koch, siamo tutti circondati e immersi nella coscienza: nell'aria che respiriamo, nel terreno che calpestiamo, nei batteri che colonizzano i nostri intestini, e nel cervello che ci permette di pensare.

Il Φ delle mosche, e ancor più quello dei batteri o delle particelle fisiche, sarà ad ogni buon conto assai inferiore al Φ che proviamo noi quando siamo immersi nel sonno più profondo.

Il Φ è implicato in molti fenomeni fisiologici ormonali dell'organismo animale e umano come dimostra la discesa neuro-ormonale del latte nei bovini. Senza Φ , non c'è discesa del latte. Nei casi in cui il vitello, o il mungitore muoiono, la discesa del latte si arresta. Vedere il capitolo 12, *La sensazione nel meccanismo neuro ormonale che regola la discesa del latte nella mammella*.

Intreccio quantistico. L'ipotesi dell'intreccio quantistico della coscienza dà una connessione molto più profonda tra mente e materia di quanto affermato dalla filosofia occidentale. La connessione profonda Mente-Coscienza-Materia punta verso una visione monistica della realtà, dove la coscienza e il mondo fisico sono fondamentalmente intrecciati e dove lo spazio e il tempo hanno diversa valenza.

Reti neurali artificiali - Le reti neurali artificiali risolvono problemi in vari ambiti, come la visione artificiale e l'elaborazione del linguaggio naturale. Una promettente applicazione è emersa nella comunità scientifica circa l'apprendimento automatico (ML): la soluzione di equazioni differenziali parziali (PDE) utilizzando reti neurali artificiali, come le **reti neurali informate dalla fisica** (PINN). I PINN sono stati introdotti nel lavoro fondamentale con gli studi di Raissi M. e coll. (2019). Le *reti neurali informate dalla fisica* sono dunque reti neurali, addestrate a risolvere compiti di apprendimento supervisionato, rispettando le leggi della fisica, descritte da equazioni differenziali alle derivate parziali non lineari generali. A seconda della natura e disposizione dei dati disponibili, è possibile l'elaborazione di due tipi di algoritmi: modelli a tempo continuo e modelli a tempo discreto. Il primo tipo di modelli forma una nuova famiglia di approssimatori di funzioni spazio-temporali *efficienti in termini di dati*. Il secondo tipo consente l'uso di schemi di passo temporale Runge-Kutta, impliciti con un numero illimitato di fasi, Raissi M. et al (2019). Al presente, i PINN non si limitano a puro argomento di ricerca, ma trovano applicazione nell'industria, tanto da entrare nel famoso ciclo di Gartner per le tecnologie emergenti nel 2021. Le equazioni differenziali parziali (PDE) sono importanti nei settori dell'ingegneria e della *scienza fondamentale* come la fluidodinamica, l'ingegneria acustica e strutturale. I metodi di modellazione degli elementi finiti (FEM) sono i solutori standard, utilizzati ovunque nel settore. Nonostante la popolarità, i metodi FEM hanno limitazioni per il costo computazionale, inerente a grandi problemi industriali oltre ai problemi di sfruttamento di dati esterni, come i dati dei sensori, per guidare la soluzione delle PDE.

Le reti neurali artificiali (ANN) sono quindi nuovi strumenti computazionali utilizzati nella risoluzione di problemi complessi. Le ANN possono elaborare informazioni non lineari con elevato parallelismo di calcolo, tolleranza ai guasti e al rumore. Hanno infine ampie capacità di apprendimento e di generalizzazione. Le ANN sono costituite da semplici elementi di elaborazione adattivi densamente interconnessi. L'obiettivo principale dell'informatica, basata sulle ANN (neurocomputing) è lo sviluppo di algoritmi matematici che consentano alle ANN di apprendere, imitando l'elaborazione delle informazioni e l'acquisizione della conoscenza propria del cervello umano. Il settore di ricerca sulle reti neurali, ispirate alla struttura e al funzionamento del cervello umano è in prima linea in riferimento ai recenti progressi scientifici sull'intelligenza artificiale. Si prevede che continuerà ad essere all'avanguardia nei decenni a venire. In primis, occorrerà elaborare un quadro generale che relazioni, di volta in volta, le equazioni concettuali col modello cerebrale umano. Il fine sarà l'applicazione pratica dei sistemi AI/neurali.

12) Principio di simultaneità Φ e mappe corticali. Nel presente paragrafo, uso la lettera greca Φ per indicare il modo in cui le mappe corticali hanno come intrinseca caratteristica la *simultaneità* temporale. Non è quindi il Φ indicato da Koch. 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: $\Phi = \Sigma \cdot \Psi$

Dove Φ = 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 Φ . Il principio di simultaneità Φ 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 al contempo 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

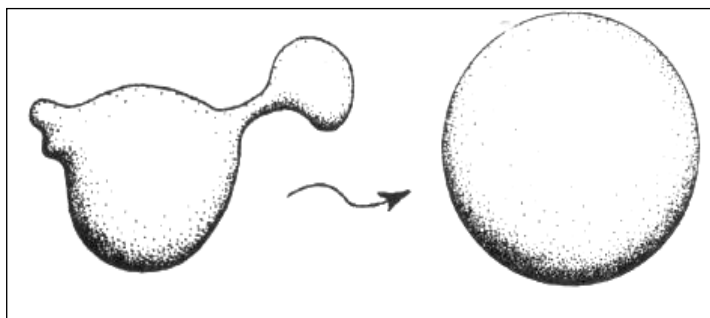
fin dei conti a guidare la Mente nei processi di apprendimento e nelle azioni quotidiane. Gli elementi (rappresentazioni concettuali, eventi, aspetti del mondo esterno, oggetti fisici ecc.) contenuti in una mappa corticale, elaborata da una determinata area della corteccia cerebrale, in un determinato istante di tempo fisico, sono tra loro simultanei dal punto di vista spaziale e temporale. Il simbolo Φ indica la mappa corticale prodottasi e il principio di *simultaneità* tra entità in essa contenute.

Σ = evento numero uno: un oggetto, il colore di un oggetto in movimento ecc.

Ψ = evento numero due: un secondo oggetto, una sensazione, un colore di un oggetto in movimento ecc. Sia Σ che Ψ sono entità, eventi unici, contenuti un 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 (Σ può indicare un oggetto come una mela e Ψ 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 Φ .

Fig. T.

Fig. 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* Φ 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 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, 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. Non solo, ma la rotazione manuale e mentale hanno processi comuni: la rotazione visiva manuale e simultanea migliora le prestazioni di rotazione mentale. 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 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 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 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 avverrebbero 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.

Inganni tattici. 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 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 dello stesso branco che volevano punirlo, si ferma e scruta la valle come osservasse l'arrivo di pendolari più pericolosi, cosa non vera, deviando così l'attenzione dei diretti aggressori verso l'inesistente pericolo.
- Perché l'inganno sia tale, l'ingannatore deve indurre una *credenza falsa* comprensibile dagli ingannati. 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 sospettare 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 a una terza persona uno stato mentale e avvalermene per svolgere su di lui un ragionamento. Si hanno quattro casi possibili: riconoscimento alla prima e alla terza persona, ragionamento alla prima e alla terza persona. Un *meccanismo di monitoraggio* sarebbe presente all'interno della Mente umana, e 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 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 e il ragionamento, sia in prima che in terza persona, si baserebbero sui meccanismi della teoria della Mente.

O' Neill J. E. e Schoth A., (2022), indicano il tempo fisico (T) e l'entropia come punti di contatto tra il fisico e il mentale. A differenza della termodinamica, nelle neuroscienze mancano variabili mentali fondamentali. Non è chiaro quali di queste variabili siano distinte e quali si sovrappongano. La stessa natura delle variabili mentali è indefinita. A differenza delle variabili della fisica, queste variabili mentali non possono essere rapportate a un esiguo numero di assiomi. Imitando la termodinamica, O' Neill e Schoth usano come concetti basilari delle neuroscienze, i principi della fisica classica di Maxwell: lunghezza, tempo, massa (forza) e carica. Come derivate, usano le relazioni di volume, pressione, temperatura ed entropia. Le relazioni mentali di Maxwell collegherebbero le variabili mentali alla coscienza, alla salienza, alla eccitazione e alla distrazione. Per O' Neill e Schoth, dunque il mondo mentale dovrebbe rassomigliare a quello puramente fisico: entrambi riconducibili a spazi algebrici lineari.

13) LA MENTE ESTESA - In fisica, gli scienziati potrebbero apprendere cose fondamentali da uno studio sulla coscienza come effetto quantistico. Ne sono convinti Johannes Kleiner, matematico e fisico teorico presso il Centro di filosofia matematica di Monaco, e Sean Tull, matematico presso l'Università di Oxford.

Kleiner e Tull (2023), stanno seguendo l'esempio di Penrose, secondo cui i microprocessi del nostro cervello sarebbero usati per modellare le cose sull'intero universo. La teoria risultante è chiamata teoria dell'informazione integrata (IIT) ed è una forma astratta e "altamente matematica" che dovrebbe spiegare alcuni aspetti sull'origine e vera natura della coscienza umana. In IIT, la coscienza è ovunque, ma concentrata nei luoghi in cui è necessaria per aiutare a mettere insieme diversi sistemi correlati. Ciò significa che il corpo umano è pieno zeppo di una tonnellata di sistemi che devono essere interconnessi, quindi c'è molta coscienza (o *phi*, come è nota la quantità in IIT) che può essere calcolata. Pensa a tutte le parti del cervello che lavorano insieme per, ad esempio, formare un'immagine e un ricordo sensoriale di una mela nell'occhio della Mente. La componente rivoluzionaria è che IIT non è correlata al cervello umano: la coscienza non è biologica, piuttosto è questo valore, *phi*, che può essere calcolato se sai molto sulla complessità di ciò che stai studiando. Se il tuo cervello ha innumerevoli sistemi interconnessi, allora l'intero universo deve averne di virtualmente infiniti. E se è lì che si accumula la coscienza, allora l'universo deve avere molto *phi*.

La teoria **IIT** consiste in un algoritmo complicato che, se applicato a una descrizione matematica dettagliata di un sistema fisico, dà informazioni sul fatto che il sistema sia cosciente o meno e di cosa sia "consapevole", ha affermato Kleiner in *All About Space*. Una coppia isolata di particelle che fluttua da qualche parte nello spazio, avrà una forma rudimentale di coscienza se interagisce nel modo corretto. Gli scienziati Kleiner e Tull stanno lavorando per trasformare l'IIT in questo complesso algoritmo matematico, stabilendo lo standard che può essere utilizzato per esaminare come funzionano le cose coscienti. Pensa al classico commento filosofico, "Penso, quindi sono", quindi immagina due geni che lo trasformano in una formula in cui sostituisci un centinaio di valori numerici diversi e finisci con la tua risposta specifica "Io sono". Il passo successivo è quello di sgranocchiare i numeri e affrontare le implicazioni morali di un ipotetico universo cosciente. È un momento emozionante per essere un filosofo, o un calcolatore di filosofi.

Coscienza, significato e informazione, secondo O' Neil et al. (2014). *La coscienza* nel modello mentale di Maxwell è un insieme di assi coordinati, ciascuno dei quali misura la quantità di una

diversa qualità sensoriale, o *attributo*. Viene mostrato un asse per l'attributo x . L'asse è orientato; va da un **punto di partenza (0)** a una destinazione (∞ , o qualche massimo finito). Questo gli dà *senso* o un *significato*. Dall'origine al punto finale, si compiono passi di **dimensione fissa (1)**. L'*informazione* è il numero dei passaggi che popolano l'asse, il valore dell'attributo. Si noti che l'informazione stessa può essere considerata come un asse minimalista (un asse dei bit), dove ∞ e 1 collassano lasciando solo 0 e 1. L'informazione da sola non ha senso: può enumerare qualsiasi attributo. In alternativa, se la coscienza fosse massimizzata, suddividendola in piccoli assi (come si tende a fare durante la meditazione), alla fine degenererebbe in pura informazione.

Teoria dell'informazione quantistica della coscienza. C'è convergenza tra teoria dell'informazione e quella della meccanica quantistica nel teorema della coscienza umana? La teoria dell'informazione, sviluppata da Claude Shannon nel XX secolo, dà un quadro matematico di base per comprendere la trasmissione, l'elaborazione e l'archiviazione delle informazioni. La derivata di questa teoria potrebbe essere quella dell'informazione quantistica, elaborata dai neuroni cerebrali. Nel suo nucleo più profondo, la coscienza potrebbe essere una specie di sistema di elaborazione delle informazioni. La Mente riceve, elabora e genera di continuo grandi quantità d'informazioni alimentando il nostro mondo interiore di pensieri, percezioni ed esperienze. Le teorie classiche dell'informazione non sono sufficienti a spiegare la complessità dell'informazione cosciente. Occorre far riferimento ai principi quantistici per spiegare le capacità della coscienza?

14) ARTO FANTASMA. Una prova importante della veridicità circa la teoria IIT è la sindrome dell'arto fantasma, dove la coscienza del soggetto, sembra travalicare i confini del proprio corpo. Riprendiamo le considerazioni, precedentemente espresse sull'arto fantasma, integrandole con le nuove ricerche sul connettoma cerebrale. Su questa strana forma di dolore corporeo, le ricerche continuano. Una nuova teoria elaborata da Max Ortiz Catalan (2016), della Cgalmers University of Tecnology-Svezia accentra l'importanza della realtà aumentata e della *machine learning*. La teoria del coinvolgimento stocastico (stochastic entanglement), ideata dal prof. Max Ortiz Catalan, spiega come dopo un'amputazione, i circuiti nervosi che supportavano l'arto amputato ne perdano la funzione, diventando suscettibili ad altri network nervosi, in particolare quelli della percezione dolorifica: questi neuroni non vengono mai silenziati se perdono un particolare compito e scaricano in maniera casuale. Il fenomeno anormale può portare a una casuale attivazione di un gruppo di neuroni del contingente sensitivo-motorio. La sindrome dell'arto fantasma è dunque la sensazione anomala di persistenza di un arto dopo la sua amputazione, o dopo che questo sia diventato insensibile. Il soggetto affetto da questa patologia avverte la posizione dell'arto mancante, accusa sensazioni moleste e spesso dolorose. A volte, il soggetto privato di un arto ne avverte i movimenti che in realtà non esistono. 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, si percepisce 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. Tutto ciò porterebbe alla conclusione che la Mente umana è estesa oltre il proprio connettoma, relazionata con uno spazio extra. Il 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. Così come con il mondo circostante, non siamo mai in contatto diretto col nostro corpo fisico, ma con particolari tipi di rappresentazioni, parte integrante di una coscienza universale, insista in uno spazio speciale?

15) ESTERNALISMO. L'evidenza porta ad affermare che ciò che è fuori del corpo è fuori dalla Mente. Invece secondo alcuni, il *significato delle nostre parole non è propriamente nella nostra testa*. Questo tipo di esternalismo riferito al significato delle parole comporta un altro esternalismo, riferito alla Mente. Clark A. & Chalmers D.J., (2010) propongono la scelta di una terza via che implica un tipo di esternalismo molto diverso: un esternalismo attivo, basato sulla funzione dell'ambiente circostante che guiderebbe i processi cognitivi e che secondo la teoria IIT avrebbe un certo grado di coscienza. Nel Tetris, un gioco per computer, le forme geometriche in caduta devono essere rapidamente infilate nelle corrispondenti scanalature di una struttura che spunta dal basso. Si può usare un pulsante di rotazione. David Kirsch e Paul Maglio, (1994) hanno calcolato che per la rotazione fisica di novanta gradi di una forma ci vogliono circa 100 millisecondi, più circa 200 millisecondi per la scelta del pulsante. Raggiungere lo stesso risultato con la rotazione mentale richiede circa 1.000 millisecondi. Kirsch e Maglio presentano la prova stringente che la rotazione fisica è attuata non tanto per posizionare una forma già adattata a una scanalatura, ma spesso per aiutare a determinare se la forma e la scanalatura siano tra loro compatibili. Questo caso è un esempio di ciò che Kirsch e Maglio chiamano *azione epistemica*. Le azioni epistemiche modificano il mondo circostante in modo tale da aiutare a rafforzare i processi cognitivi, quali il riconoscimento e la ricerca. Al contrario, le azioni strettamente pragmatiche modificano il mondo perché un cambiamento fisico è considerato vantaggioso (per esempio, mettere del cemento nel buco di una diga). Secondo Kirsch e Maglio, l'azione epistemica richiede la diffusione di *credito epistemico*. Di fronte a un compito, se una parte del mondo funziona come un processo che, se svolto nella testa, non esiteremmo a riconoscere come parte del processo cognitivo, allora quella parte di mondo è nel processo cognitivo. I due scienziati concludono affermando che i processi cognitivi non si svolgono tutti nella testa. Eliminando la componente esterna nel processo cognitivo, calerà la capacità operativa, come se fosse eliminata la parte del cervello implicata in un'operazione analoga. Kirsch & Maglio ritengono che le credenze possano parzialmente formarsi grazie alle caratteristiche ambientali, se efficaci nella guida dei processi cognitivi: la Mente si estenderebbe nel mondo ed è probabile che alla sua base ci siano oscuri fenomeni quantistici, come in tutto ciò che è reale.

16) CONNETTOMA - E' stato dimostrato che la teoria della relatività può essere applicata fisicamente al cervello funzionante. Di conseguenza, il connettoma cerebrale, la sua area superficiale, dovrebbe essere considerata come entità spaziotemporale quadridimensionale curvata dall'attività cerebrale, proprio come la gravità curva lo spaziotempo quadridimensionale del cervello fisico, Penrose R. et Hameroff S. (2011), Awret, U. (2022), Solms M. et Friston K., (2018), Solms M., (2019). La coscienza emergerebbe dal connettoma cerebrale quadridimensionale, a condizione di ammettere l'esistenza di una quinta dimensione. La coscienza dunque emerge dal connettoma cerebrale allo stesso modo in cui la gravità emerge da un mondo quantistico quadridimensionale, piatto e senza gravitazione. Un mondo quantistico relegato ai confini di uno spazio-tempo pentadimensionale, Le Bian D. (2023). Dunque, Denis Le Bihan, (2023) afferma che la coscienza emergerebbe da un connettoma cerebrale quadridimensionale, collegato a una quinta dimensione, così come la gravità di Einstein emerge da un mondo quantistico quadridimensionale "piatto", senza gravitazione, ai confini di uno spazio-tempo pentadimensionale. La misurazione della curvatura, cioè della sua area di superficie specifica e la torsione della connettività spaziotemporale del cervello, rivelerebbero il flusso e il riflusso degli stati coscienti. Di conseguenza, le misurazioni termodinamiche del flusso d'informazioni neurali potrebbero integrare la curvatura relativistica dello spaziotempo nella quantificazione della coscienza la quale sarebbe la nostra esperienza di un regno olografico 5D, al di là del mondo fisico 4D, proprio dell'attività neurale. Il cervello concentra la potenza di calcolo anche sulla sua area di superficie specifica **2D**, sottile e rugosa della corteccia, invece di diffonderla nell'intero suo volume **3D**. Il contenuto informativo del

cervello potrebbe essere limitato alla sua superficie, proprio come un gigantesco buco nero siderale, dove l'informazione è relegata sulla superficie bidimensionale dell'orizzonte degli eventi. Su scala microscopica, i dendriti dei neuroni integrano gli input sinaptici sulla loro superficie. Il cervello umano incrementa nozioni e concetti, derivanti dal mondo circostante in modo non dissimile da una macchina il cui funzionamento si basa sulle motivazioni. Tuttavia, pianificando lo spazio circostante, il cervello riceve un modello di realtà figurato tramite mappe mentali, aggiornabili con verifiche giornaliere. Queste mappe e immagini mentali di ordine superiore si formerebbero in particolare nella corteccia visiva primaria, nella corteccia infero – orbitale e nella parietale inferiore. Quest'ultima elabora stimoli che richiedono attenzione. Invece, i neuroni della corteccia visiva primaria e dell'area infero orbitale sono implicati nelle fasi successive dell'elaborazione corticale delle informazioni somato-sensistive e presentano complesse proprietà di rilevazione, circa le caratteristiche stimolatorie. I neuroni di queste aree hanno campi recettivi più grandi dei neuroni corticali di ordine inferiore. Sono stati identificati almeno tre tipi di neuroni somato – sensitivi di ordine superiore: neuroni sensibili al movimento, neuroni sensibili all'orientamento e neuroni che codificano per la direzione del movimento. Processi di elaborazione ancora più complessi sembrano essere eseguiti da neuroni, attivati nella manipolazione degli oggetti. Questi neuroni proiettano alla corteccia motrice e prendono parte ai processi dell'integrazione sensitivo – motoria. Infine, la corteccia somato – sensitiva invia proiezioni anche alla corteccia parietale posteriore, dove avviene l'integrazione con informazioni da altri organi di senso. Si forma così l'immagine corporea.

Costruzioni mentali. La conoscenza mentale di se stessi proviene da immagini mentali che emergono in specifiche aree del cervello, non essendoci un approccio diretto col mondo esterno tridimensionale. L'emergenza di queste speciali immagini nel cervello non può che essere collegata al mondo dei quanti e alla sua bidimensionalità. La Mente è illusoria. È stato ampiamente dimostrato che l'esperienza basata sulla facile e diretta interazione col mondo non corrisponde alla realtà. Per esempio, la percezione visiva del mondo deriva da immagini retiniche bi-dimensionali e non dagli oggetti fisici del mondo esterno. Queste immagini retiniche bidimensionali sono correlate, per essere tali a una quinta dimensione, spazio temporale, come affermato da Penrose R. et Hameroff S. (2011), Awret, U. (2022), Solms M. et Friston K., (2018), Solms M. (2019)? La quinta dimensione è invisibile, oltre lo spazio e il tempo. Nella quinta dimensione, la gravità e l'elettromagnetismo sono unite.

L'ausilio di algoritmi e della quotidiana esperienza dimostra che la percezione visiva è un processo deduttivo, definito *inferenza inconscia*, relazionata al mondo dei quanti. La consapevole quotidiana rappresentazione della realtà che ci circonda è possibile solo dopo una elevata quantità di operazioni computazionali inconscie, come affermato da Lin, Z. (2008) e da Lin Z. ed He S., (2009). Questa moltitudine di computazioni inconscie sarebbe lo sfondo, privo di coscienza, da cui emergono le immagini mentali, relazionate al mondo dei quanti. Ciò vale anche per altre funzioni cerebrali di cui si originano i ricordi, l'emozioni e l'eloquio. Essendo inconscie, siamo ignari di queste funzioni, dandole per scontate. Pazienti con seri danni cerebrali hanno problemi nel relazionarsi con la realtà del mondo circostante. Le interazioni col mondo sembrano strane quando il cervello sbaglia nell'interpretazione delle informazioni che riceve, come dimostrano le illusioni visive. Sembra poco credibile l'affermazione secondo cui non abbiamo contatti diretti col mondo esterno. Gli osservatori sfidano il principio di minima azione, che governa il comportamento degli oggetti inanimati, spendendo energia per trasformare il presente non osservabile in un modello tangibile e osservabile del passato immediato. Sarebbe il mondo proiezione della Coscienza, non esistendo una realtà oggettiva a sé stante? Nasce il mondo oggettivo dalla realtà immaginifica soggettiva, ed è come un sogno, una proiezione della mente?

Nel 1995 nel suo libro *Take Off Your Glasses and See: A Mind/Body Approach to Expanding Your Eyesight and Insight*, lo scienziato Lieberman affermò: *Il fattore più significativo nel miglioramento*

naturale della vista sembra risiedere nella mente, non negli occhi... il modo in cui pensiamo determina effettivamente il modo in cui vediamo... qualcosa di semplice come un cambiamento di consapevolezza è in grado di trasformare istantaneamente la nostra vista [...] La vecchia definizione di vista ci faceva vedere il mondo attraverso un buco piuttosto che come un tutto, ma siamo destinati a vedere molto di più. Come disse Goethe sul letto di morte, "Apri il secondo otturatore, così può entrare più luce".

Il cervello normale apprende da esperienze pregresse in modo diretto, o indiretto e di conseguenza costruisce l'esatta rappresentazione del mondo, secondo criteri della ricompensa e della punizione. La continuità dell'esistenza di un oggetto nello spazio-tempo è una operazione del soggetto cosciente, non riconducibile alla realtà oggettiva. Queste possibilità concettuali sono usate per esempio da un prestigiatore che si fa dare un anello da uno spettatore, lo lancia in sala a un suo assistente e si fa trovare l'anello proprio nella tasca dello stupito spettatore. Solo un evento miracoloso potrebbe trasferire l'anello nella tasca di quel preciso spettatore. Lo stesso avviene col nastro di seta rossa che il prestigiatore taglia in piccoli pezzi, ma in pochi secondi, ripresenta nell'interezza originale. Un classico esempio è un film che, tramite le nostre facoltà percettive, vediamo come un continuo di singole immagini statiche o in movimento continuo. A prescindere dal fatto che un cavallo per davvero corresse nella realtà fattuale, vedendo il film col cavallo che corre, è il nostro cervello a costruire il movimento, inteso come cambiamento sequenziale, estrapolando le immagini in un continuum il più aderente alla realtà oggettiva. In definitiva, l'identità e le differenze in uno stesso oggetto, non sono parte di un mondo oggettivo, ma costruzioni mentali: l'identità, in riferimento a un oggetto, a un animale, o a un essere umano, è una questione di punti di vista, Berkeley, G., (1984). Dai ripetuti incontri col mondo, il cervello umano, relazionato nelle sue funzioni di base col mondo dei quanti, interpreta e valuta la serie degli impulsi sensoriali basati sull'esperienza, conscia e inconscia. La realtà del mondo esterno è il mezzo di verifica delle predizioni, delle sue mappe e rappresentazioni mentali che possono essere rinforzate, o possono indirizzarsi verso altre interpretazioni. Questo sarebbe un principio generale, applicabile non solo al sistema emotivo, ma anche al cognitivo. Nel fenomeno della rivalità binoculare, un occhio riceve immagini discordanti rispetto a quelle dell'altro occhio, con una delle due immagini che è dominante e che finisce per oscurare l'altra. Due stimoli differenti sono presentati all'occhio destro (un'arancia) e al sinistro (una mela). Non si vedrà mai una immagine in sovrapposizione con mela e arancia in contemporanea: per qualche secondo vedremo l'arancia e il secondo dopo la mela. Le due immagini si alternano. C'è rivalità binoculare: le *hot zone* cerebrali (parietali, occipitali e temporali) non decidono nel caso in cui ricevano input ambigui: in situazioni ambigue il cervello prova a fare predizioni e cerca le cause delle sensazioni visive. Nel caso in cui le immagini dai due occhi sono sovrapponibili in base alle similitudini fisiche geometrica, dinamica e cinematografica, il cervello non fa scelte prioritarie, perché simili sono le due percezioni visive. Nel caso in cui una delle due è più verosimile, più significativa, o più evidente allora prevale quella percepita come più plausibile, Lin Z. and He (2009), Tsuchiya N. and Koch, (2005). Le computazioni cerebrali in base alle tre similitudini della fisica, applicate alle immagini visive, sono possibili solo per quelle maggiormente aderenti al mondo circostante, in assenza assoluta di rivalità binoculare, relazionate ad una eventuale quinta dimensione dove Spazio e Tempo sono un tutt'uno. La Mente estesa sembra contenere un sé esteso, relazionato dunque al mondo dei quanti. La maggior parte di noi accetta l'idea che il sé oltrepassi i confini della coscienza: le mie credenze disposizionali sono, per esempio, parte di ciò che sono in senso profondo. Il mondo dei quanti non ha confini. Se è così, allora queste delimitazioni spaziali possono posizionarsi oltre la pelle. Il comportamento di alcune specie di animali darebbe il sospetto che la Mente estesa non sia un attributo solo umano. Nell'Uomo, l'architettura cerebrale ha una tipica geometria scalare-interconnessa con comunicazione decentralizzata. La componente frattale del cervello appare evidente tramite la graduale risoluzione ridotta a partire dalla grana grossolana gerarchica delle sue regioni. La derivata della riduzione progressiva ha un modello di rete geometrica con distanze su un piano di geometria

non euclidea. Tutto ciò dimostra la proprietà multiscala dei connettomi cerebrali, inclusa l'autosimilarità.

L'equazione formulata da DIRAC nel 1928, ne sarebbe la base funzionale:

$$(\partial + m) \psi = 0$$

17) LE ELABORAZIONI MENTALI Come possono le cellule nella nostra testa dare origine alla ricchezza della nostra esperienza cosciente? Come diventiamo consapevoli del mondo che ci circonda? Prinz dice che le qualità cognitive differiscono profondamente dalle qualità sensoriali in tutto ciò che in un secondo tempo può essere accantonato come immaginazione. L'Autore fa il seguente esempio: non si può pensare che l'economia sia in declino senza collegarsi mentalmente a delle parole esplicative, oppure a immagini sensoriali. Parole e immagini sarebbero *Qualia cognitive*. Secondo la teoria IIT le *Qualia cognitive* sarebbero provenienti da una quinta dimensione extra temporale. Per Prinz, il limitato accesso alle nostre facoltà cognitive riduce di molto la possibilità di essere consapevoli dei nostri pensieri. Di conseguenza, non possiamo guidare e controllare i pregiudizi che influenzano il nostro modo di pensare. Le uniche elaborazioni mentali di cui possiamo fare esperienza cosciente sono quelle che siamo stati in grado di traslare in narrazione verbale.

L'elaborazione mentale può essere distinta in base a tre processi cerebrali:

1. contenuto,
 2. processi e meccanismi,
 3. potenzialità, o capacità.
- Il contenuto sono le rappresentazioni mentali: entità mentali funzionali che rappresentano aspetti del mondo circostante, trasformate in informazioni. Immagini mentali, parole, numeri, sensazioni corporee, o combinazioni di tutto ciò, sono rappresentazioni mentali. La funzione delle rappresentazioni mentali è finalizzata alla comprensione e alla risoluzione dei problemi. I simboli esterni, come le immagini, il linguaggio scritto, il simbolismo matematico, o altri tipi di simbolismo, rappresentano, attivano o generano rappresentazioni mentali.
 - I processi sono azioni mentali applicabili alle rappresentazioni per trasformarle, collegarle, combinarle, o integrarle al fine di risolvere problemi di vario tipo. Il ragionamento di ogni tipo, come il ragionamento analogico, induttivo e deduttivo, forma un universo di processi mentali che legano insieme le rappresentazioni mentali prelevandone il significato, o per andare oltre, traendo inferenze sul significato insito nelle relazioni tra rappresentazioni, piuttosto che nelle rappresentazioni stesse. Inoltre, ci sono processi specifici della rappresentazione o specifici del dominio che operano sulle rappresentazioni, come la rotazione mentale per le immagini mentali, la grammatica e la sintassi per le parole, le operazioni aritmetiche per i numeri e così via.
 - I potenziali o la capacità si riferiscono al volume di rappresentazioni e processi che possono essere gestiti in un particolare momento. Più le capacità sono complesse e più articolate sono le realtà che possono essere rappresentate ed elaborate a livello cerebrale.

18) Immagini creative rivoluzionarie — La creatività umana potrebbe intendersi come la capacità di tenere a mente più idee nello stesso momento, combinandole in modi nuovi potrebbe definirsi come una forma di sovrapposizione quantistica e intreccio di stati mentali. Le intuizioni creative potrebbero essere viste come il collasso di queste sovrapposizioni in nuove combinazioni. Cito due esempi emblematici di come alcuni modelli mentali possano generare immagini che stravolgono concezioni scientifiche e filosofiche consolidate. Immagini mentali che veicolano intuizioni, permettono associazioni apparentemente casuali con altri tipi

d'immagini, riferimenti spaziali nuovi e collegamenti con idee pregresse. Ricerche con la MRI hanno evidenziato che la corteccia pre-frontale si attiva durante lo svolgimento di compiti creativi. Tuttavia, la stessa area è coinvolta nell'esecuzione di compiti impegnativi, ma non strettamente creativi. Ciò lascia intendere che alla base della creatività ci sia un forte impegno personale. Il primo esempio di questo capitolo riguarda la scoperta della relatività da parte di Einstein. Il secondo considera il disvelamento di profonde verità, insite nella fisica di Aristotele che inaspettatamente lo scienziato Tomas Kuhn fece.

Nella primavera del 1905, gli scienziati Poincaré ed Einstein erano immersi negli strumenti tecnici della segnalazione del tempo, ma non furono gli strumenti di per sé a condurli alle loro scoperte. Erano immersi nelle idee matematiche dell'elettrodinamica, ma non furono le idee di per sé ad aiutarli ed a guidarli nelle loro scoperte. Erano immersi anche nella filosofia dell'epoca che descriveva lo Spazio ed il Tempo, secondo i concetti classici di Newton. Poincaré aveva scritto un libro filosofico, *La scienza e l'ipotesi* che Einstein studiò, immergendosi profondamente nei fondamenti della conoscenza e criticando le nozioni newtoniane di Spazio e Tempo assoluti. Non fu neppure la filosofia di per sé a condurli alle loro scoperte. Quel che occorreva per dare origine alla teoria della relatività era un *momento critico*, in cui strumenti, idee e riflessioni filosofiche interagissero e si fondessero in un modo nuovo di pensare. C'è da chiedersi: perché Einstein scoprì la teoria della relatività come noi la conosciamo e Poincaré no? Le teorie di Poincaré e di Einstein erano equivalenti dal punto di vista operativo, con conseguenze sperimentali identiche, ma c'era fra di esse una differenza cruciale. La differenza stava nell'uso della parola *etere*. La teoria ondulatoria della luce, e le teorie delle forze elettrica e magnetica sviluppate nell'Ottocento, si fondavano su quella dell'*etere*. James Clerk Maxwell, che nel 1865 unificò le teorie della luce e dell'elettromagnetismo, credeva fermamente nell'*etere*. Le forze elettriche e magnetiche si comportavano come sollecitazioni meccaniche in un mezzo solido con proprietà idonee di rigidità ed elasticità. Per questo, si credeva che dovesse esistere un mezzo solido in grado di riempire l'intero Spazio e di trasmettere sollecitazioni elettriche e magnetiche. Le onde luminose dovevano essere onde di taglio nello stesso mezzo elastico. Al mezzo solido che tutto pervadeva, fu dato il nome di *etere*. La differenza essenziale fra Poincaré ed Einstein consisteva nel fatto che Poincaré era per temperamento conservatore, Einstein era per temperamento rivoluzionario. Poincaré si sforzò di trovare una nuova teoria dell'elettromagnetismo, ma cercò quanto più possibile di salvare le ipotesi e le congetture di quella vecchia. Apprezzava l'etere e continuava a credere in esso, anche se la sua stessa teoria dimostrava che era inosservabile. La sua teoria della relatività era un *patchwork*. La nuova idea del Tempo locale, dipendente dal moto dell'osservatore, era appiccicata su una vecchia struttura dello Spazio e del Tempo assoluti, definiti da un etere rigido ed immobile. Invece, Einstein considerava la vecchia cornice ingombrante e non necessaria. Non vedeva l'ora di liberarsene. La sua versione della teoria era più semplice e più elegante. Non esistevano né un Tempo né uno Spazio assoluti e nemmeno l'etere. Tutte le complicate spiegazioni delle forze elettriche e magnetiche, come sollecitazioni elastiche nell'etere potevano essere gettate nel bidone della spazzatura della Storia, insieme coi vecchi professori che continuavano a credere in esse. Tutti i tempi locali erano ugualmente validi. Per poter fare calcoli con la versione della relatività di Einstein, non si doveva conoscere altro che la regola per trasformare un Tempo locale in un altro. Nella competizione per il riconoscimento pubblico, Einstein ebbe un vantaggio schiacciante nella chiarezza e semplicità delle sue argomentazioni. Poincaré ed Einstein s'incontrarono solo una volta: nell'ottobre del 1911 a Bruxelles, al primo Congresso Solvay di fisica. L'incontro non andò tanto bene. Einstein ricordò in seguito la sua impressione: *Poincaré era in linea generale del tutto ostile (alla teoria della relatività) e nonostante la sua acutezza, dimostrava scarsa comprensione della situazione*. Einstein, però, lo sottovalutava. Ignorava che lo scienziato francese aveva appena scritto una lettera nella quale lo raccomandava per una cattedra al Politecnico di Zurigo. Ecco quel che Poincaré aveva scritto su Einstein. *In lui dobbiamo particolarmente*

ammirare la facilità con la quale si adatta a nuovi concetti, e sa dedurne le conclusioni. Egli non rimane legato ai principi classici, e quando gli si presenta un problema di fisica, ne considera immediatamente tutte le possibilità... Il futuro ci mostrerà sempre più il valore del signor Einstein, e l'università che troverà un modo per assicurarsi questo giovane maestro ne trarrà sicuramente un grande onore. Poincaré morì un anno dopo aver conosciuto Einstein a Bruxelles. Einstein non vide mai la lettera di Poincaré e questi non seppe mai di essere stato mal giudicato dal giovane Einstein. Di certo, Poincaré ed Einstein furono due eguali nella comprensione della tecnologia del loro tempo, nell'amore per la speculazione filosofica, ma forse diversi nella ricettività per idee nuove. Il fattore decisivo potrebbero essere state le **idee divergenti** tra i due. Einstein fece il grande salto nel mondo della relatività, ansioso di eliminare i vecchi convincimenti scientifici, introducendo nuove tesi. Poincaré esitò e non fece mai il grande salto. La rivoluzione del 1905 trasse la sua forza dalle idee e non dagli strumenti. Lo scienziato Tomas Kuhn (2008) ebbe un valido aiuto nelle sue ricerche di fisica teorica leggendo un antico testo scritto da Aristotele: *La Fisica*. Tomas Kuhn riferisce quanto segue. *Il libro – La Fisica di Aristotele - descrive la natura della materia come fu concepita da uno studioso vissuto secoli fa. Affrontai i testi aristotelici avendo ben chiara in mente la meccanica newtoniana, studiata in precedenza. Cercavo di stabilire quanta meccanica Aristotele avesse conosciuto e quanta parte di essa avesse lasciato da scoprire a personaggi come Galileo e Newton. A causa dei miei preconcetti verso gli studiosi del Primo Impero, mi ero reso conto che Aristotele era quasi all'oscuro della meccanica. Tutto era stato lasciato da scoprire ai suoi successori, soprattutto a coloro che vissero nel Cinquecento e nel Seicento. Aristotele mi diede l'impressione di essere stato non solo ignorante di meccanica, ma anche un pessimo studioso di fisica. In particolare, per quanto concerneva il movimento, i suoi scritti sembravano pieni di errori madornali, sia di logica, sia di osservazione empirica. Le mie impressioni però potevano essere erronee. Anzi, doveva essere così. Aristotele era stato colui che, con grande maestria, aveva dato sistema alla logica antica. Per quasi duemila anni dopo la sua morte, la sua opera aveva avuto nella logica la stessa importanza di quella di Euclide nella geometria. Spesso, Aristotele si era dimostrato un osservatore naturale molto perspicace. Soprattutto in biologia, i suoi trattati descrittivi furono modelli nel Cinquecento e nel Seicento e diedero le basi alla tradizione biologica moderna. Come poteva essere che le sue doti peculiari gli fossero venute a mancare quando si era rivolto allo studio del movimento e della meccanica? Se le sue doti gli avevano fatto difetto in questo campo, perché i suoi scritti di fisica erano stati presi tanto sul serio per molti secoli dopo la morte? Queste domande mi sconcertavano. Mi era facile credere che Aristotele avesse fatto qualche errore, non che avesse fallito del tutto nella descrizione del mondo fisico. Mi domandai se l'errore non potesse essere mio, piuttosto che di Aristotele. Forse le sue parole non avevano sempre avuto per lui e per i suoi contemporanei il significato che avevano per me e per i miei contemporanei. Animato da questo sentimento, continuai a interrogarmi sui testi e alla fine i sospetti si dimostrarono fondati. Ero seduto alla scrivania con la Fisica di Aristotele aperta davanti a me e in mano una matita. Alzai gli occhi dal testo e guardai svogliatamente dalla finestra. Ho ancora in mente l'immagine. D'improvviso, nella mente i frammenti si ordinarono in un modo nuovo e si ricomposero secondo una prospettiva diversa. Rimasi a bocca aperta perché di colpo Aristotele mi parve un fisico eccellente, di un genere al quale non mi sarei neppure sognato di pensare. Ora potevo capire perché avesse espresso quei concetti. Il suo libro "Sulla fisica delle cose" riportava - con minuzia di particolari - rivoluzionarie concezioni sulla intima essenza della materia. Affermazioni prese per errori madornali, adesso mi sembravano tentativi che per poco avessero mancato il bersaglio, nel quadro di una tradizione di pensiero straordinaria ed in generale valida. Tomas Kuhn dice che **quel tipo di esperienza nella quale i pezzi che all'improvviso si ordinano e si ricompongono in modo nuovo**, è la prima caratteristica generale del **mutamento rivoluzionario**. Anche se le rivoluzioni scientifiche lasciano molti lavori di dettaglio da rifinire, il mutamento principale non può essere*

sperimentato a pezzetti, un passo alla volta. Al contrario, esso implica una trasformazione relativamente improvvisa e non strutturata, dove una certa parte del flusso di esperienza si dispone in maniera diversa con schemi ordinativi, non visibili in precedenza. Tomas Kuhn afferma di aver scoperto che la fisica di Aristotele inverte la gerarchia ontologica tra materia e qualità - *qualia* - che è stata legittimata a partire solo dalla metà del Seicento. Nella fisica newtoniana, un corpo è costituito da particelle di materia e le sue qualità sono una conseguenza del modo in cui le particelle sono disposte, si muovono e interagiscono. Invece, nella fisica aristotelica la materia è quasi trascurabile. È un sostrato neutro, ovunque presente: in tutto lo Spazio fisico, compreso il corpo delle persone. Per Aristotele, la materia è un corpo particolare; è cioè una *sostanza*. La materia esiste in qualunque luogo. La materia è un sostrato neutro come una sorta di spugna, impregnata di qualità - *qualia* - come il calore, l'umidità, il colore e così via, in misura sufficiente a conferirgli una identità individuale. Il cambiamento avviene mutando le qualità, non la materia; il cambiamento di stato chimico-fisico si verifica togliendo alcune qualità da una certa materia e sostituendole con altre. Vi sono però alcune implicite leggi di conservazione alle quali le qualità - *qualia* - devono apparentemente sottostare. Queste leggi sono insite nella materia e sarebbero immutabili. Questi aspetti della concezione aristotelica se compresi, cominciano a stare insieme, a sorreggersi reciprocamente, creando nel complesso un significato del quale sono privi, se presi singolarmente. Nel suo saggio intitolato: *Le rivoluzioni scientifiche* (2008), Tomas Kuhn conclude: *Nell'esperienza che feci in quel momento, quando d'improvviso intesi il testo di Aristotele, i pezzi nuovi che ho descritto e il loro coerente ordinamento mi apparvero davvero tutti in una volta.*

Per Alexander Branford (SYNCRONICITY, 2024), il tuo essere si sviluppa ed evolve se ti apri alla fluidità dell'esperienza. Uno dei primi segni di questa fluidità sarà attraverso la comparsa di sincronicità nella tua esistenza. Una sincronicità è una coincidenza significativa in contrasto con la probabilità statistica. Si verificano a causa dell'armonia sottostante alla vita. Anche se non sono magiche, sembrano magiche, *persino strabilianti*, perché sembrano impossibili. Tuttavia, piuttosto che essere magiche, le sincronicità sono il risultato logico di tutto ciò che è nella nostra realtà come espressione di una singola, unificata, eterna coscienza.

Il Dalai Lama: "Sono aperto alla sincronicità. Le aspettative non ostacolano il mio cammino".

Marie-Louise von Franz: "Sincronicità significa una 'coincidenza significativa' di eventi esterni e interni che non sono di per sé causalmente connessi. L'enfasi è sulla parola 'significativo'".

James Van Praagh: "C'è una parte superiore e più potente di te. Il tuo Sé arriverà attraverso la tua intuizione, coincidenze e sincronicità di ogni tipo".

La psicologa Elisabeth Kübler-Ross: "Non ci sono errori, né coincidenze; tutti gli eventi sono benedizioni che ci vengono date per imparare".

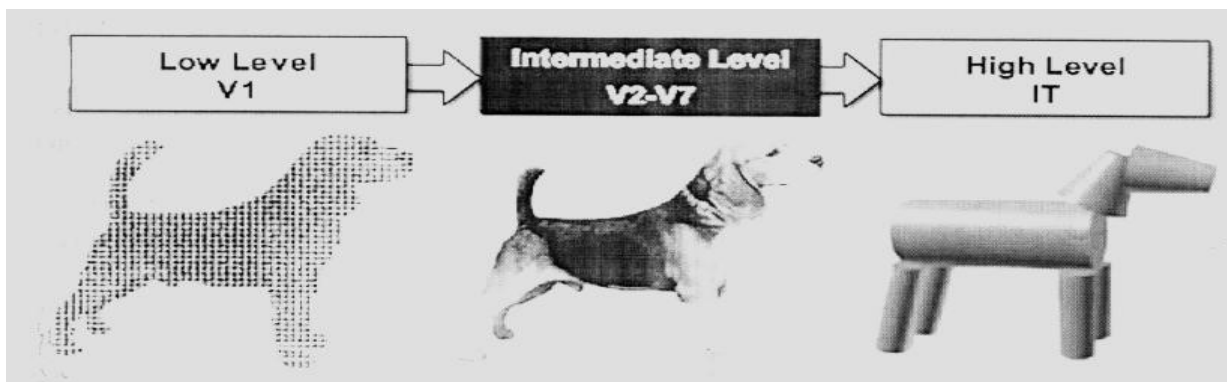
Albert Einstein: "L'intelletto ha poco a che fare sulla strada della scoperta. Arriva un salto nella coscienza, chiamalo INTUIZIONE o come vuoi, la soluzione ti arriva e non sai come o perché".

Deepak Chopra: "La sincronicità è coreografata da una grande, pervasiva intelligenza che giace nel cuore della natura e si manifesta in ognuno di noi attraverso la conoscenza intuitiva".

Carl Jung disse: "L'incontro di due personalità è come il contatto di due sostanze chimiche: se c'è una reazione, entrambe si trasformano... Per quanto possiamo discernere, l'unico scopo dell'esistenza umana è quello di accendere una luce nell'oscurità del semplice essere."

19) MENTE ESTESA ED ELOQUIO SECONDO PRINZ. - Prinz dice che il dono dell'eloquio potrebbe essere uno dei migliori pregi dell'Uomo, bilanciando il fatto che il pensiero è un fenomeno inconscio. Il linguaggio umano converte la cognizione in immagine sensoriale. Per Prinz, il meccanismo che porta alla consapevolezza è identificabile nel livello percettivo medio. Ciò sarebbe collegato al fatto che la percezione è un evento conscio, solo e quando lo si vuole. Come nel meccanismo dell'attenzione

selettiva, i pensieri possono guidare e dirigere l'attenzione e questo fatto non possiamo evitarlo con la volontà. Dice Prinz: "...o meglio, i pensieri diventano oggetto di attenzione solo se sono convertiti in immagini, in parole ed emozioni.



La figura 2, estrapolata da una ricerca di Prinz, (2010) evidenzia i tre gradi della percezione, descritti dall'autore. Si tratta di figure auto – somiglianti, secondo i principi della similitudine geometrica. La fig. 2 è' un insieme auto-somigliante a diversi livelli di scala all'interno di un sistema in auto-accrescimento. In particolare, nel livello alto, avverrebbero le tre similitudini della fisica, geometrica, cinematica e dinamica, senza le quali non c'è consapevolezza.

Per la teoria IIT, le tre similitudini della fisica sottendono l'equazione di Dirac, senza la quale i tre gradi percettivi di Prinz non hanno modo di esistere. Tra immagini puntiformi retiniche, insieme d'impulsi nervosi del secondo grado, elaborati dalle cellule gangliari retiniche nell'unità di tempo t_2 (uguale a t_1), insieme d'impulsi nervosi di terzo grado programmati dalle cellule del NGL nel lasso di tempo t_3 , negli strati della corteccia visiva e in quelli corticali superiori, potrebbe esserci un rapporto di segmenti omologhi con valore costante L , in un lasso di tempo anch'esso costante, (t_4 e t_5). Il verificarsi di tale ipotesi porta alla comparazione tra angoli omologhi, al rapporto tra aree affini e al rapporto tra volumi omologhi. Le immagini mentali visive sarebbero rappresentazioni bidimensionali, simili a fotografie e come tali, soggette a rotazione ed esplorabili. In quanto tali, le immagini visive sarebbero soggette alle leggi fisiche delle similitudini geometrica, cinematica e dinamica, derivanti da un mondo speciale 5D. Funzioni elaborate da speciali aree cerebrali, alla cui base hanno ruolo definitivo forze elettro statiche ed elettrodinamiche a livello dei cilindri e delle sinapsi di queste speciali aree, sorrette da oscuri fenomeni quantistici. L'effetto tunnel quantistico avrebbe un ruolo nel rilascio di neurotrasmettitori a livello delle sinapsi cerebrali, influenzando la comunicazione neurale in modi che i modelli classici non spiegano del tutto. Ricerche, condotte allo scopo di esplicitare quale fosse la natura delle immagini mentali, confermano queste ipotesi: gli esperimenti sulle rotazioni mentali (che comprendono quelle visive) degli oggetti immaginati dimostrano che essi hanno le caratteristiche degli oggetti reali, almeno quando non sono troppo complessi. Inoltre, le immagini mentali possono essere esplorate come se il soggetto percorresse con la Mente una speciale mappa bidimensionale, (Eysenck, 1990).

- In sintesi:
 - La rotazione mentale di un oggetto presuppone il *riconoscimento* di geometrie bidimensionali similari da parte di alcuni moduli cerebrali, altrimenti questa operazione mentale non sarebbe possibile. La funzione di riconoscimento di geometrie omologhe sarebbe espletata da aree neuronali corticali superiori, mai identificate e facenti parte del connettoma, descritto da Penrose e Hameroff (2011), Awret, (2022), Solms e Friston, (2018), Solms (2019). Questo riconoscimento presuppone la comparazione mentale d'immagini omologhe.

- La rotazione mentale presuppone una velocità K di riconoscimento: $RR1 = K$, essendoci un rapporto inversamente proporzionale tra rotazione mentale e durata di riconoscimento. Dove R = riconoscimento e $R1$ = rotazione dell'immagine mentale. Più complessa è la rotazione mentale e maggiore è il tempo di riconoscimento, (similitudine cinematica). Quindi, la rotazione di uno schema, di una mappa, o di una figura a livello mentale è correlata ad una elaborazione neuronale computazionale più complessa. Nel passare dalla similitudine geometrica a quella cinematica (in riferimento ad una rotazione mentale di una figura), il cervello impiega un lasso di tempo la cui durata è proporzionale al grado di rotazione della stessa figura, dove V (scala di riduzione delle velocità) è più lenta ed F (scala di riduzione delle forze) è più elevata, richiedendo un maggior dispendio energetico. Quindi, nella rotazione di una immagine mentale V ed F sono inversamente proporzionali e si può scrivere:

$$F \cdot V = K$$

Dinamica energetica. Il consumo di energia neuronale è tanto maggiore quanto maggiore è la rotazione mentale dell'oggetto, (similitudine dinamica).

L'immagine mentale è un compromesso attuato dalla Mente e finalizzato alla comprensione del mondo esterno. L'immagine mentale cattura una limitata misurazione della realtà, all'interno di un sistema standardizzato che elimina le qualità uniche dell'originale, cioè l'oggetto osservato nel mondo reale. Nessuna immagine mentale è distinta dalle altre. Tutte possono essere oggetto di rotazione e d'interpretazione da parte d'ipotetici elementi neuronali superiori. In ultima analisi, le immagini mentali sono semplificazioni lineari e plastiche della realtà sottostante alla componente creativa del pensiero umano.

Solo le connessioni con uno Spazio Quantico Speciale conferiscono alle immagini mentali la perfetta e immediata aderenza con la realtà circostante? Queste correlazioni con un mondo fisico speciale, dove spazio e tempo si annullano, secondo l'equazione di Dirac, sono le condizioni basilari del riconoscimento neuronale, emergente da una dimensione speciale 5D? Tre sarebbero le unità fondamentali su cui si basa il funzionamento complesso delle reti neuronali superiori. Non c'è la matrice di proiezione prospettica, riferita al sistema di coordinate **3 D**. Le tre unità fondamentali su cui si basa 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. **R** = scala di riduzione delle lunghezze.

Queste tre grandezze sarebbero legate alla genesi cerebrale delle immagini mentali, ma non entrerebbero a far parte della loro struttura fine, collegata verosimilmente a un mondo extracorporeo bidimensionale.

La visione simbolica e la visione incarnata del linguaggio umano. Il modo in cui i meccanismi del linguaggio sono rappresentati nei correlati neuronali della Mente è questione controversa. Secondo la **visione simbolica** del linguaggio, i concetti sono rappresentati da simboli altamente astratti e amodali, arbitrariamente collegati a ciò che rappresentano. Comprendere il significato del linguaggio umano significa calcolarne i simboli astratti. Invece, la **visione incarnata** del linguaggio umano sostiene che i concetti sono rappresentati alla Mente come informazioni sensomotorie, codificate in aree cerebrali specifiche per il movimento, generato dai muscoli scheletrici.

LA MENTE ESTESA IN LETTURA – VISUAL WORD FORM AREA - Aspetti che sembrano oltrepassare alcune speciali funzioni cerebrali, implicando connessioni con la fisica dei

quanti, sono correlati alla lettura di un testo. La lettura è un'abilità tipica dell'Uomo che attiva numerose aree del cervello, in particolare la **Visual Word Form Area** che, tra l'altro, classifica le parole in base al significato (Saygin, Z.M., 2016). La Visual Word area è nel solco occipito-temporale sinistro della corteccia visiva ed è l'area visiva della forma e della parola: una regione funzionale del giro fusiforme sinistro e della corteccia circostante, coinvolta nell'identificazione di parole e lettere da immagini di forma in un livello inferiore. L'attivazione della Visual Word area precede i processi di associazione con la fonologia, o con la semantica. Nella lettura, c'è dunque un pattern di attivazione all'interno del cervello (Siegel, J. D., 2001). La sincronia di più centri nervosi ne fornisce la base, o meglio il supporto (Hebb, D. O., 1949): processi in sinergia tra loro, assemblati in uno stato di attività temporaneo, tali da massimizzarne efficacia ed efficienza (Plaut, D., 2010, Thagard, P., 2002). Mentre leggiamo, la concentrazione di ossigeno nel sangue (indicatore dell'attività del cervello) aumenta in un gruppo di regioni dell'emisfero sinistro più che in altre regioni. L'area che principalmente risulta attiva è dunque la VWFA, essendo la lettura un processo complesso che lascia un'impronta sul proprio corpo. Collocata tra il lobo temporale e quello occipitale, la *Visual Word Form Area* sembra coinvolta in un'altra funzione specifica, necessaria per ogni buon lettore: la visione. Quando siamo immersi in un racconto, i nostri occhi avanzano a piccoli passi, detti saccadi, da un frammento di parola a un altro, nondimeno ogni momento di sosta prende il nome di fissazione. A lavorare di più, è l'emisfero cerebrale sinistro, (Cachia, A., 2018). Strutturalmente e funzionalmente, il cablaggio neuronale coinvolge l'area di Broca, il lobo frontale medio sinistro, l'area per la forma visiva e infine il giro angolare sinistro (Redish, J., 2010). Nel 2013, Gregory Berns - Università di Atlanta - ha dimostrato come la lettura di un romanzo aumenta le suddette connessioni. La lettura di testi letterari rinforza da una parte la potenza curativa del linguaggio, dall'altro le sensazioni tattili e le simulazioni motorie interne al nostro stesso cervello, Gregory, B., (2013). **Leggendo entriamo nei panni di un personaggio e ne percepiamo l'emozioni, il tatto e la motricità**, peraltro già incarnate nei nostri modelli di realtà interiori. A livello psicosomatico, corpo e Mente viaggiano all'unisono, accogliendo nel proprio corpo sensazioni talmente intense da essere accompagnate dall'immaginario, proprio di un mondo 2D. Leggere risveglia precisi *marcatori somatici*, che secondo il neurologo Antonio Damasio (2003), riflettono reazioni fisiologiche associate ad eventi realmente vissuti e comporta una nuova visione del mondo. C'è da precisare che Damasio nel suo libro **L'errore di Cartesio**, sostiene che molte sono prove per concludere che il dualismo cervello-coscienza è **sbagliato**: una lesione cerebrale, un ictus, una malattia neurodegenerativa come l'Alzheimer, o droghe psichedeliche possono cambiare radicalmente **chi sei**, il modo in cui percepisci e perfino **il modo in cui vivi le cose**. **Queste prove suggeriscono che tutto è solo una costruzione del cervello, compresa la coscienza**. Tuttavia, le recenti vedute sul cervello umano, inteso come un "connettoma" la cui struttura complessa, nelle sue parti profonde, ipotizzano connessioni con dimensioni spazio-temporali extra, generando la coscienza, entità misteriosa che secondo la teoria IIT, sarebbe diffusa, in varia concentrazione nell'intero universo. Tra l'altro con la lettura di un romanzo, le connessioni mentali con lo spazio fisico extracorporeo s'incrementano. Numerosi scienziati stanno lavorando per trasformare l'IIT in un complesso algoritmo matematico, stabilendo lo standard, utilizzabile per esaminare come effettivamente funzionano le cose coscienti. Di nuovo, l'equazione formulata da DIRAC nel 1928, potrebbe esserne la base funzionale:

$$(\partial + m) \psi = 0$$

Mchael Foucault ne fu convinto: la scrittura alfabetica è già in se stessa una forma di duplicazione, rappresentando non il significato, ma gli elementi fonetici che lo specificano. Invece l'ideogramma rappresenta direttamente il significato, a parte il sistema fonetico.

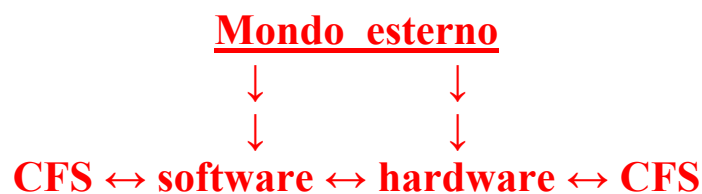
20) OMEOSTASI PSICHICA – Col termine di *omeostasi psichica* s'indica uno degli stati più importanti, finalizzato al benessere, o eudemonia, della psiche umana. Omeostasi psichica è intesa come l'insieme dei fattori fisico-chimici e psichici che regolano il corretto funzionamento delle strutture cerebrali e in ultima analisi della Mente e della coscienza umana. Quest'ultima collegata indissolubilmente ad **MFS**. La scienza comportamentale tradizionale si concentra sulle capacità cognitive di una persona: memoria, percezione, apprendimento, anticipazione, processo decisionale, comportamento diretto a uno scopo. La struttura del cervello è considerata stabile: l'individualità delle sue cellule neuronali è scomparsa per sempre. La nostra comune esperienza primaria è un sé centralizzato e coerente.

Tuttavia, per la fisica quantistica, la realtà non è un fenomeno statico a sé stante, ma possibilità e potenzialità intrinsecamente legate alla percezione cosciente:

- 1. L'osservazione non è evento neutrale. L'osservatore influenza il corso temporale degli eventi.**
- 2. Tra osservatore e osservato, c'è interconnessione. Ruolo attivo ha la coscienza nella creazione della realtà.**

La "Mente quantistica" influenza direttamente il mondo reale con la potenza del pensiero che non è un suo epifenomeno, ma vibrazione energetica, correlata col tessuto fondamentale e unico dell'universo: il campo quantico speciale. La coscienza è agente attivo nella manifestazione della materia e degli eventi. I pensieri non sono epifenomeni della coscienza, ma potenti strumenti che plasmano in modo diretto ed inequivocabile la trama dell'esistenza individuale.

Kosslyn et all., (1982) hanno sostenuto che le immagini virtuali, sia esterne (riferite al mondo esterno), sia riferite all'interno del corpo, oppure le rappresentazioni di dati matematici e fisici, avverrebbero in forma di disegni, di figure, d'immagini **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 sé stessa e collegata tramite il cervello col mondo esterno: **CFS** sarebbe ciò che è fuori dall'ordine cosmico. Alcuni parametri di **CFS** sono non lineari come i rapporti tra $(\alpha \ \beta \ \gamma) / t [(x \ y \ z)]$. Cioè, tra reti neuronali corticali e le coordinate spaziali cartesiane oltre al tempo, non c'è linearità dentro **CFS**. Nell'equazione non lineare, ci sono mutamenti sia di ordine, sia di grado.



Come sofisticati software e 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 sembra 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**. In base alle 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 CEREBRALE 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 del CFS → cervello.

Il neuroscienziato Henry Markram, direttore del Blue Brain Project e professore presso l'EPFL di Losanna-Svizzera, descrive il cervello umano come una struttura costituita da elementi geometrici e da spazi "multidimensionali". Markram ne è convinto: "Ci sono decine di milioni di queste strutture multidimensionali anche in un piccolo granello del cervello, fino ad arrivare a sette dimensioni fisiche. In alcune reti neuronali, abbiamo persino trovato strutture con fino a undici dimensioni."

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 alla 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. CFS avrebbe la stessa valenza della Φύσις, come intesa da Heidegger. Φύσις (la fisica) è realtà naturale di fronte allo spirito. Φύσις è nella Storia, come divenire dell'Uomo. Φύσις è il Tutto-abbracciante. Φύσις è l'onnipresente in cui l'Uomo si rivela. Φύσις è sacralità atemporale. Φύσις, fonte del sacro, ispiratrice dei popoli e dei poeti. Φύσις è l'essere di tutte le cose, animate e inanimate. Φύσις è in Homo Sapiens sapiens, nelle stelle, nelle pietre, nelle piante, negli animali, nei fiumi, nelle tempeste, negli ammassi e super ammassi di galassie siderali.

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 simili 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 MRI, 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 al., 2002). Alterazioni cerebrali comportano la creazione d'immagini disposte in modo confuso 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. Come detto nelle parti iniziali, sperimentalmente si può indurre la Mente umana, per mezzo di 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* e viceversa.

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.

Per Jean Baudrillard l'immagine può essere quattro cose:

1. È il riflesso di una realtà fondamentale.
2. Maschera e perverte una realtà fondamentale.
3. Maschera l'assenza di una realtà fondamentale.
4. Non ha relazione con alcuna realtà: è il suo puro simulacro.

Per Baudrillard, nel primo caso, l'immagine è una buona apparenza: la rappresentazione è dell'ordine del sacramento. Nel secondo, è un'apparenza cattiva: dell'ordine del maleficio. Nel terzo, gioca a essere un'apparenza: è dell'ordine della stregoneria. Nel quarto, non è più affatto nell'ordine dell'apparenza, ma della simulazione.

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, allentandosi 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**, $CFS = M - CFS$. Senza CFS non c'è la Mente. Le reti neuronali cerebrali hanno alcune caratteristiche costanti. Tipi cellulari differenti formano circuiti specifici. Un neurone piramidale dello strato V nella profondità della neocorteccia insinua il suo sottilissimo cavo in uscita, l'assone, fino al collicolo, nel lontano mesencefalo. L'assone di una cellula piramidale vicina invia impulsi all'emisfero corticale controlaterale attraverso il corpo calloso. Un terzo neurone piramidale trasmette informazioni a ritroso, al talamo, e una copia dell'informazione (attraverso una ramificazione assonale) al nucleo reticolare. È deducibile che ciascuna classe di cellule trasmetta un frammento esclusivo d'informazione al rispettivo bersaglio (altrimenti un singolo assone che si ramifica per innervare bersagli differenti sarebbe sufficiente). Si aggiungano i molti interneuroni locali, inibitori, ciascuno con il caratteristico modo di inibire le strutture bersaglio. **Il risultato**

complessivo è un substrato ad elevata complessità di interazioni tra cellule, con un numero esorbitante di circuiti. Immaginate un kit da costruzione con un migliaio di mattoncini differenti per colore, forma e dimensioni. La corteccia cerebrale umana ha sedici miliardi di mattoni, scelti entro questi tipi, assemblati secondo regole molto complicate, come se un mattone rosso 2 x 4 fosse collegato a un mattone blu 2 x 4, ma solo se è vicino a una tegola gialla 2 x 2 e a un pezzo verde 2 x 6. Da ciò si origina l'enorme grado d'interconnessione cerebrale. I ricercatori di alcune università come Ricard M. (2009), Lutz A. et al. (2009), Hasenkamp W. et al. (2012), hanno indagato sulle circostanze in cui la meditazione dovrebbe provocare modifiche strutturali nella complessità del tessuto cerebrale. Con la MRI, è stato scoperto che 20 praticanti esperti di meditazione focalizzata avevano un incremento volumetrico cerebrale, in particolare nella corteccia pre-frontale (aree di Broadman 9 e 10) e nell'insula. Il gruppo di controllo non evidenziava simili incrementi volumetrici. La corteccia pre-frontale (aree di Broadman 9 e 10) e l'insula contribuiscono all'elaborazione dell'attenzione, alle informazioni sensoriali e alle sensazioni corporee interne. Le stesse regioni cerebrali potrebbero meglio collegarsi col **Campo Fisico Speciale (CFS)**, dove si origina il contenuto profondo di ciò che definiamo coscienza umana. Al presente nel 2023, sono stati compiuti progressi considerevoli sulla definizione della coscienza umana, ma una chiara comprensione di ciò da cui si origina e in che modo si manifesta rimane sfuggente. Resta il fatto che la coscienza è un'esperienza soggettiva, emergente da un complesso supporto fisico. Oltre alle posizioni spaziali del cervello, alcuni ricercatori hanno anche sottolineato il ruolo essenziale del tempo nel cervello: teoria temporo-spaziale della coscienza, Northoff, G. et Hunag, Z. (2017), Northoff G. et Gilio F. (2022).

In sintesi, M (Mente umana) è ordine, razionalità e omeostasi cerebrale. CFS è presenza universale, Coscienza emergente dal nascondimento. La Mente umana è entità speciale che processa ed elabora le informazioni cerebrali. Nella Mente, è radicata la coscienza individuale. La Mente è proprietà emergente. La Mente è interazione dinamica di energia, entropia e informazione cerebrale.

La Mente umana è presenza, finitezza, temporalità, divenire e limite. La Mente umana non è definita dalle correnti del materialismo, o dal naturalismo, non è neanche una componente integrante del mondo reale, o dello Spirito. La Mente umana è connessa alla coscienza umana, a sua volta inserita nel CFS. Heidegger afferma: non c'è distinzione tra Natura (Φύσις) e Spirito. Per Heidegger, Natura è ciò che i Greci intesero col termine di Φύσις (fisica) dal verbo FIUEO che significa crescere-svilupparsi. Non si tratta di sviluppo nel senso di divenire, ma il *venir fuori*, il sorgere, l'aprirsi, il venire all'aperto. Φύσις è la luce. Φύσις è ciò che illumina. Φύσις è **M-CFS**?

Deepak Chopra scrive: "Secondo il Vedanta, ci sono solo due sintomi dell'Illuminazione, solo due indicazioni che una trasformazione sta avvenendo dentro di te verso una coscienza superiore. Il primo sintomo è che smetti di preoccuparti. Le cose non ti disturbano più. Diventi spensierato e pieno di gioia. Il secondo sintomo è che incontri sempre più coincidenze significative nella tua vita, sempre più sincronicità. Questo accelera fino a che sperimenti effettivamente il miracoloso".

21) ANELLI DI RETROAZIONE ED M-CFS — La vita quotidiana è caratterizzata da complesse orchestrazioni di molteplici funzioni cerebrali, tra cui ruoli importanti hanno la percezione, il processo decisionale e l'azione. L'obiettivo essenziale delle neuroscienze cognitive è rivelare le rappresentazioni mentali complete che stanno alla base di queste funzioni. Studi recenti hanno caratterizzato le esperienze percettive, utilizzando modelli di codifica. Tuttavia, sono stati fatti pochi tentativi per costruire un modello quantitativo che descriva l'organizzazione corticale di molteplici processi cognitivi attivi. Immanuel Kant lo aveva detto: la Mente modella la realtà. Il matematico e fisico Roger Penrose, (2011) affermò che la Mente è quantistica e gli esseri umani possono fare cose che nessun computer classico potrà mai fare. La Mente umana è coscienza al massimo livello? In teoria, si può spiegare tutto ciò che riguarda il cervello come processo fisico,

mappare tutto ciò che vi accade, ma non arrivare a spiegare la coscienza. La coscienza umana sarebbe radicata nei sistemi a feedback, numerosi nelle aree visive e in quelle motorie, oltre che nei lobi frontali? Il ciclo di feedback ha in genere una struttura binaria: il feedback negativo mantiene un equilibrio e quello positivo contrasta l'entropia e il collasso del sistema. In biologia, i circuiti di feedback aiutano gli organismi a mantenere l'equilibrio nei diversi cicli di vita, come la regolazione della temperatura interna e la guarigione.

La fisica quantistica ha una visione della realtà, opposta alle teorie meccanicistiche e deterministiche. Per la fisica quantistica, la realtà è illusione. Tutto ciò che esiste non è statico, né frammentario, ma un insieme di possibilità e di potenzialità, legato alla nostra coscienza e ai nostri processi percettivi. Sotto questa luce, i pensieri non sono epifenomeni della Mente, ma vibrazioni energetiche, interagenti col **Campo Quantico Speciale (CFS)**, il tessuto fondamentale dell'universo. La coscienza umana: agente attivo all'interno della materia, animata e inanimata. La Mente umana è interconnessa col **Campo Quantico Speciale** (campo energetico) che per la fisica quantistica, è energia di movimento, un tessuto dinamico di vibrazioni a fondamento della realtà. Il cervello umano, sede della Mente-Coscienza-Umana, ha oltre cento miliardi di neuroni che rilasciano e trasmettono segnali diretti verso migliaia di destinazioni dinamiche.

Saalman 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 e 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 + Campo 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 inconscie, 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. Siamo ciechi rispetto ai nostri processi inconsci e ne sottovalutiamo l'importanza: i neuroscienziati cognitivi hanno sviluppato vari mezzi per presentare immagini o suoni a persone sottoposte ai test, senza indurre alcuna esperienza cosciente. Anelli di retroazione artificiali fanno parte dell'*informatica autoconsapevole*, basilare per il calcolo autonomo. La gestione dei dati multimediali di massa con una molteplicità di contenuti come immagini, audio e video, utilizza circuiti elettronici ad anelli di retroazione, simili a quelli del sistema visivo umano. Al giorno d'oggi, la Legge di Moore non è più applicabile nell'elettronica e il pensiero convenzionale potrebbe non essere adeguato ad affrontare la crescente quantità di dati. L'elaborazione in-memory risolve il problema del calcolo dei big data multimediali in tempo reale. Il feedback a circuito chiuso nella progettazione del metodo di pianificazione integra gli archivi in memoria di tutti i dispositivi all'interno di una struttura di rete a 3 livelli di retroazione.

Attività onirica e M – CFS. 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 (tegumento pontino, amygdala, 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. 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 + Campo Fisico Speciale), attiva con le sue pulsazioni anche quando si dorme, orienterebbe il tegmento pontino, l'amygdala, l'ippocampo, il giro para ippocampale, la corteccia del cingolo e l'opercolo parietale di destra nell'attività onirica. Hillman, (2003) dice che le persone che si vedono nei sogni sono *personae*, maschere, nella cui cavità è presente un *numen* (un dio). Non sono 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 (Hillman le attribuisce alla presenza di un dio) sarebbero espressione di **M – CFS**, (Mente + Campo Fisico Speciale).

M - CFS ↔ INSIEME NEURONALE: tegmento pontino, amygdala, ippocampo, giro para ippocampale, corteccia del cingolo e 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**.

Gli scienziati Hameroff e Penrose (2011), ne sono convinti: la coscienza nasce nel momento in cui le instabilità gravitazionali, all'interno della struttura fondamentale dello spazio-tempo, fanno crollare le funzioni d'onda quantistica. Questo fenomeno quantistico avviene a livello dei microtubuli neuronali delle cellule cerebrali. In alcuni processi mentali, in particolare quelli che coinvolgono la creatività umana, si ammette l'intervento di una entità speciale, indicata come **SUBCOSCIENZA** che come indica il nome, agisce al di là della consapevolezza. Un problema che al momento non si riesce a risolvere e di cui si ha esperienza in materia. Un problema che nonostante gli sforzi e gli studi approfonditi, resta insoluto. Dopo qualche giorno, dopo qualche ora, dopo tanti inutili tentativi, in un contesto irrilevante mentre ci si lava o si fa jogging, o dopo un sogno, all'improvviso arriva la risposta cercata da tempo. E' un processo mentale inconscio. La subcoscienza è dunque l'area della psiche un poco al di sotto della coscienza che può emergere nella sfera della consapevolezza. Ad esempio, un desiderio sessuale represso fa parte del nostro subconscio, anche se a un certo punto potremmo diventarne consapevoli.

Subcoscienza, un processo mentale, al di là dello spazio e del tempo fisico, connesso con **M-CFS**? Matthieu Ricard, monaco buddista, si chiede: "Dopo tutto, se "io" posso osservare i miei pensieri, chi sta pensando? Chiaramente non sono *io*." Sarebbe la *subcoscienza*? Sarebbe **M-CFS**?

23 ARTE NEOLITICA - La visione dei dipinti rupestri del Neolitico, adesso come quando furono creati dall'artista millenni fa, non è pura visione. Quei dipinti sono rappresentazione di animali in movimento (bisonti, cavalli e altra selvaggina), ma trasmettono emozioni e indefiniti messaggi a-temporali? La piatta-liscia-roccia, dove fu effettuato il dipinto del Neolitico, è substrato ambiguo che si espande per l'intera caverna. Incerto è il confine tra finzione e oscurità. Nel buio mondo, il fuoco acceso nella caverna illumina i dipinti, aprendo spiragli di altre presenze: nel

mondo esterno gli animali da cacciare continuano ad esistere. Lo garantiscono i dipinti rupestri. La pittura del Neolitico proietta l'interno verso l'esterno, il presente-atemporale verso il passato-atemporale e verso il futuro-atemporale. La pittura del Neolitico dà certezza: gli animali corrono e pascolano altrove...nel luminoso mondo esterno.

Per alcuni, l'arte neolitica fu humus da cui germogliarono i miti. L'arte neolitica nacque dall'esigenza di dare una risposta universale al mistero del cosmo, della vita e della morte? Forse non è mai esistita una società umana senza i miti che spiegassero l'inspiegabile, facendo luce sull'invisibile e che guardasse alla **Causa del Tutto**. Il mito fu il tentativo di *Homo Sapiens sapiens* di diffondere un'anima collettiva? Il problema potrebbe essere spostato alle origini di una Mente "umana" affermatasi nelle prime tribù di *Homo Sapiens sapiens*: Mente avida di addentrarsi nei misteri del cosmo, essendo radicata nella dimensione della fisica quantistica? In quella remota epoca, è presumibile che un artista dipingesse sorretto da schemi mentali, collegati ai ricordi. Creava con immediatezza una immagine, estrapolata dalla realtà del mondo circostante e a questa fedele, senza l'apporto dell'inconscio.

ARTISTA del Neolitico ↔ REALTA ESTERNA

Il simbolo ↔ indica l'esistenza di un *ponte mentale*, una *Mente estesa* tra l'artista e la realtà esterna, riprodotta sulle pareti di una grotta. Tramite il *ponte mentale*, l'artista del Neolitico si riallacciò direttamente a un tipo di realtà, visiva atemporale. Poté 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 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 e tramite la corteccia occipitale e gli occhi, avveniva la 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 a un oggetto, cioè a un animale della selvaggina (un bisonte, una mucca, un cervo...). 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. Le parti del corpo animale, ritratte nelle grotte del Neolitico, per lo più in riferimento alla selvaggina di quei tempi, erano quelle utilizzate come effettori: arti anteriori e posteriori, in particolare la coscia, la gamba, poi gli zoccoli e gli unghioni. Ritratte con uguale intensità erano quelle parti del corpo non effettatrici: petto e fianchi, oltre alla testa, in particolare per alcuni animali, le corna, il neurocranio e lo splancocranio. La capacità, (somiglianza della forma) nel ritrarre le immagini, derivava in *Homo Sapiens sapiens* dallo sviluppo della corteccia occipitale, connessa al sistema visivo, contenendo gran parte della corteccia visiva primaria e della corteccia associativa ed elaborando i segnali luminosi provenienti dagli occhi. Viceversa, le parti cerebrali collegate alla somiglianza delle immagini mentali alla semantica, cioè la corteccia parietale e frontale, sembrano avere scarsa importanza. 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 di un bufalo da cacciare. E' l'immagine, formata nel suo sistema visivo 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 addentratisi 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 immagini mentali. Non essendo in grado di spiegare quel tipo di maestria rappresentazionale, è probabile che i suoi contemporanei vi cominciassero ad attribuire un valore di mistica sacralità atemporale, come per ogni tipo di dipinto, o di statuetta. In quella remota epoca, si può dire che solo gli elementi scultorei pervenutici (statuine della Gran Madre) avessero davvero valenza simbolica. Le immagini rupestri, dipinte sulle rocce delle caverne oscure avevano una funzione comunicativa: rappresentazione di bufali al pascolo e di altri animali da selvaggina. Funzione comunicativa di rafforzamento dei ricordi sulle mandrie e altri animali, oggetti di caccia. Sembrano assenti gli elementi che facciano pensare a credenze magiche. Essendo tuttavia immagini mentali, di per sé erano collegate ad un mondo bidimensionale con una diversa valenza spazio-temporale. Questa visione del mondo, diretta e ancestrale, andò evolvendosi, acquistando consapevolezza. Avere una Mente significava avere anima, un secondo corpo etereo. La mitica idea di un corpo sottile, indipendente dal corpo fisico, veicolo delle funzioni mentali superiori, come l'attenzione e la cognizione, si ritrova in molte epoche e culture diverse, come nella teoria pre-scientifica del *soffio vitale*. Esempi sono il *ruach* ebraico, il *ruh* arabo, lo *spiritus* latino, il *pneuma* greco, e il *prama* indiano. Credenze antichissime sviluppatasi nei popoli Indo-europei, forse alla fine del Neolitico. Oltre alla corteccia occipitale, connessa col sistema visivo, s'incrementavano verosimilmente aree nella corteccia parietale e frontale in cui la somiglianza neurale era correlata alla somiglianza semantica, alla codificazione della figura e della quantità in astratto.

Alla fine del Neolitico, il corpo sottile, in cui prevaleva lo PNEUMA in particolare in quello umano, era entità spazialmente estesa che manteneva in vita il corpo fisico per lasciarlo con la morte. Per Heidegger, il primigenio pensiero umano ha intuizioni fondamentali, coperti dal pensiero successivo, logicistico e concettualistico, oltre che da tutta la storia scientifico – filosofica occidentale. Sorretta dalla fantasia, l'immagine mentale è eterea, statica e percepita (captata) in modo diretto e immediato dall'artista del Neolitico. Dal Neolitico ad oggi, la realtà psichica nei singoli individui umani si è andata sempre più accentuando e ampliando. Le immagini sulle pareti delle grotte risalenti al Neolitico sono immagini atemporalità. Al presente, si può aggiungere la componente psichica al precedente schema:



Occorre distinguere l'artista e lo strumento con cui esegue la sua opera. Centri corticali per la rappresentazione somatica, sensitiva e motrice sono basilari nella vita psichica e del comportamento umano. Sono aree in rapporto diretto con ciò che s'intende per personalità: aree dello schema corporeo, della previsione, dell'emozione e della memoria. Aree che nell'artista del Neolitico avevano connessioni speciali con un sistema olfattivo molto espanso - lo evidenziano i calchi cranici umani del Neolitico con fosse etmoidali molto ampie e profonde - rispetto all'odierno. Movimenti di braccia e mani sono invece regolati da vie nervose motrici a sé stanti. Nell'artista del Neolitico, è ipotizzabile che la via del *dove* fosse meno importante della via del *cosa*. Nella specie umana, la via del *dove* va dalla corteccia visiva primaria alle vicine aree cerebrali superiori. In questo percorso, indicato come *via superiore*, c'è l'elaborazione del movimento, della profondità prospettica e dell'informazione spaziale, necessaria per indicare dove si trovi un oggetto nel mondo esterno. L'informazione visiva che riguarda la via del *cosa* raggiunge anch'essa le vie cerebrali superiori per la rivalutazione top-down in base a quattro principi.

1. Oscuramento: sono trascurati dettagli ritenuti irrilevanti in un dato contesto.
2. Equiparazione: ricerca di elementi costanti.
3. Astrazione: messa in evidenza delle caratteristiche fondamentali di un animale o di una cosa.
4. Confronto: si accostano le immagini del presente con quelle che si ricordano del passato.

La prevalenza cerebrale del *cosa* sul *dove* nell'artista del Neolitico potrebbe chiarire il fatto che mentre l'arte rupestre fu presente in epoche precedenti, nel Neolitico si cominciò a includere simboli e pittogrammi da cui avrebbe preso origine la scrittura.

Il filosofo e critico d'arte Benedetto Croce distingue due tipi di conoscenza: *intuitiva* e concettuale, o logica: "La conoscenza ha due forme: conoscenza intuitiva e conoscenza logica; conoscenza per la fantasia o conoscenza per l'intelletto; conoscenza dell'individuale o conoscenza dell'universale; delle cose singole oppure delle loro relazioni; è insomma, o produttrice di immagini o produttrice di concetti".

Per Croce, *intuizione* è apprensione immediata di un contenuto sensibile, opposta all'elaborazione immediata di un contenuto sensibile, opposta all'elaborazione discorsiva prodotta dall'intelletto. E' presenza di un contenuto ai nostri sensi (un'immagine, un colore, un suono) prima dell'intervento di qualsiasi organizzazione concettuale.

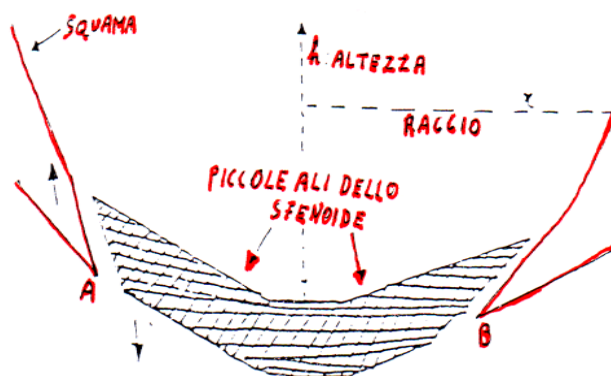
Nell'artista del Neolitico è dunque presente un tipo di **conoscenza intuitiva** che estrinseca nelle sue pitture, nei manufatti cretacei, o di pietra.

Lévi-Strauss, (1998) indica alcuni miti diffusi in molti popoli e tribù della terra: "Numerosi miti sembra che rimandino a una mitologia più arcaica, una mitologia paleolitica comune. In alcuni miti si distinguono qua e là temi che sembrano troppo simili e troppo arbitrari per essere stati inventati in maniera indipendente. Consideriamo un motivo mitologico come quello di un popolo di nani in guerra contro gli uccelli acquatici: lo si ritrova nell'antichità classica, in Estremo Oriente, in America... È stato inventato più volte? Poco probabile. Ma allora quando e per quali vie si è diffuso? Non ne sappiamo nulla. Si può supporre che sussista come vestigio della mitologia dell'epoca paleolitica."

Elenco di alcuni siti del Neolitico d'interesse artistico.

1. I tumuli megalitici dell'Irlanda mostrano un rapporto quasi mistico con le stelle.
2. La Grotta dei Cervi a Porto Badisco (Puglia, Italia): temi di natura zoogena, figure antropomorfe, segni claviformi, impronte di mani sulle pareti, simboli sessuali.
3. Grotta Chauvet. Il sito neolitico pre-ceramico di Gobekli (Turchia) è ricco di raffigurazioni animali, di figurine umane in pietra, sculture e pilastri megalitici, decorati con bassorilievi. Si discute sul ruolo delle specie di animali (ben dodici taxa), raffigurate nel sito di Gobekli. Si ritiene che lo spazio delimitato dai pilastri fosse utilizzato per rituali di caccia, oppure per riti d'iniziazione, incontri spirituali, o pratiche funebri.
4. Stonehenge è uno dei più famosi siti archeologici del mondo, risalente a 4.600 anni fa. Secondo alcuni, le pietre di Stonehenge simboleggiavano gli antenati. Il legno marcisce, la pietra rimane per sempre. I megaliti erano usati per rappresentare i morti, mantenendo vivo il ricordo per l'eternità. Concetto simile è applicabile alle "pietre blu" dello stesso sito neolitico.

24) La creatività umana deriverebbe dall'attività di una vasta massa cerebrale, tra Ordine e Chaos - Nei processi evolutivi esistono alcuni



fenomeni costanti.

- **Primo.** Tutte le innovazioni devono necessariamente manifestarsi nell'ambito di specie precedenti.

- **Secondo.** Molte novità nascono in un contesto prima di essere cooptate in uno differente. Per esempio, gli ominidi avrebbero avuto caratteristiche vocali essenzialmente moderne già centinaia di migliaia d'anni prima

di quanto vi sia ragione di pensare che abbiano iniziato ad impiegare il linguaggio articolato.

· **Terzo.** Una coincidenza (per esempio anatomica o vascolare) o un processo di autoregolazione sequenziale in un sistema complesso adattivo, può dare origine a qualcosa di totalmente inaspettato. Llewellyn Sue, (2009) ipotizza che in epoche remote, una casuale e improvvisa mutazione congenita potesse aver prodotto un gene dal profilo di poco differente. Col passare del tempo, queste Menti/cervello, provviste del nuovo gene, andarono evolvendosi nella direzione che poneva la struttura della materia cerebrale, al margine tra Ordine e Chaos. La mutazione genetica, avvenuta in pochi individui, cominciò ad affermarsi, elevando la specie umana, sia verso una superiore creatività, sia indirizzandola verso una maggiore aggressività. In seguito, col dominio e la guida di alcuni di questi individui, l'organizzazione sociale umana cominciò ad esprimersi tramite l'arte, la musica e la religione. La specie umana accentuò la differenziazione dai primati, assumendo le caratteristiche mentali che adesso diamo per scontato. La realtà mostrò aspetti complessi ed inusitati che fecero parte della nuova consapevolezza e sensibilità umana. E' probabile che l'evoluzione cerebrale umana abbia comportato una diversa e più efficiente emanazione d'*immagini mentali guida*. Per *immagini mentali guida*, intendo quelle che stanno alla base della consapevolezza e dell'autocoscienza e che non sono utilizzate negli'inganni tattici, nell'apprendimento, o in circostanze omologhe. Essendo la realtà di per sé sfuggente, difficile da definire, anche il rapporto Mente/cervello è problematico, all'interno di una più limpida coscienza del sé. Horrobin DF (1998) e (2001), afferma che la schizofrenia ci caratterizza come esseri umani e ci differenzia dai primati. E' probabile che la mutazione genetica di cui parla Llewellyn Sue, sia stata una conseguenza della crescita spropositata del volume cerebrale umano, in particolare della neocortex, nel lungo corso evolutivo. Il cranio di Homo Sapiens sapiens rispetto a quello di Homo di Neanderthal, ha due autapomorfie strutturali: retrazione facciale e neurocranio più globoso. In Homo Sapiens sapiens c'è anche correlazione stretta tra un cervello voluminoso e denti postcanini piccoli, come se il volume complessivo del neurocranio fosse inversamente proporzionale a quello complessivo dei denti postcanini. In *Homo sapiens* e in *Homo Sapiens sapiens*, si verificò la riduzione della distanza tra superfici interne delle due ossa temporali, a livello della sutura tra piccole ali dello sfenoide e parte squamosa delle ossa temporali. Quest'articolazione è una sinartrosi ed il tessuto congiungente è connettivo fibroso. Nell'evoluzione umana, come dimostrano i reperti fossili, ci fu aumento volumetrico del cranio, accompagnato dallo spostamento in senso laterale della squama del temporale sulle piccole ali dello sfenoide. Queste modificazioni morfometriche comportano l'aumento del segmento sferico a una sola base che racchiude l'encefalo (calotta cranica). Più in particolare, l'incremento riguarda il diametro ed il volume totale della calotta cranica. Questo segmento sferico ha per base una circonferenza con diametro **AB**. Il volume di tale segmento di sfera è dato dalla seguente formula: $V = 1/6 h (h^2 + 3r^2)$

L'aumento volumetrico del segmento sferico dipende, oltre che dall'altezza - distanza tra le ossa parietali e base cranica - dal **quadrato del raggio moltiplicato per tre**. La sutura squamosa, tra piccole ali dello sfenoide e faccia interna dei temporali, avviene tra superfici ossee tagliate a sbieco, una a livello della superficie interna (squama del temporale) ed una sulla superficie esterna (ali temporali o piccole ali dello sfenoide): l'allungamento delle estremità A e B, appartenenti al diametro AB, comporta aumento in altezza (**h**) della cavità cranica. Nel corso dell'evoluzione umana, si sono verificati incrementi di **h** e di **r**. Dai reperti fossili, risulta che in Homo di Neanderthal, ci fu maggiore incremento di **r**, ma in Homo sapiens ed Homo Sapiens sapiens, l'incremento maggiore riguardò **h**. Cioè tra Homo di Neanderthal ed Homo Sapiens sapiens ci fu una inversione di parametri: nel primo ci fu un maggiore e più rapido incremento di **r** e nel secondo (*Homo Sapiens sapiens*) un lento incremento di **r** ed un più rapido ampliamento di **h** che tra l'altro, favorì lo sviluppo dei lobi frontali

C'è un altro particolare e riguarda la circolazione cerebrale di Homo Sapiens sapiens. Nell'Uomo, i rami comunicanti del Poligono di Willis sono distanziati dai controlaterali al di sopra delle piccole ali dello sfenoide: come due cerchi concentrici, il Poligono di Willis (cerchio minore). La circonferenza invece del cerchio maggiore sarebbe tangente ad A e B.

E' probabile che la mutazione genetica, sostenuta da Llewellyn Sue, sia relazionata all'aumento del raggio e dell'altezza della calotta cranica, insieme con una maggiore concentrazione neuronale, a livello neocorticale. Il grosso sviluppo della neocortex di *Homo Sapiens sapiens* comportò l'estensione della dimensione frattale cerebrale più che in ogni altra specie di mammifero. Infatti, la dimensione frattale del cervello dipende in massima parte dalla morfologia dei suoi singoli neuroni. Avendo il cervello umano la maggiore concentrazione neuronale (in particolare nella neocortex), la dimensione frattale cerebrale è molto più accentuata in *Homo Sapiens sapiens* che in tutti gli altri mammiferi, primati compresi. In senso lato, un cambiamento evolutivo deriva dal raggruppamento di strutture pre - esistenti. Il risultato è una ininterrotta continuità non solo in termini fisici, ma anche relativamente a propensioni e capacità cognitive. L'Uomo di Neanderthal, vissuto circa 100.000 anni fa, in contemporanea con *Homo sapiens* (arcaico), aveva una capacità cranica di 1260 cm³, superiore a quella di *Homo Sapiens sapiens* (1230). Però nel cervello di *Homo Sapiens sapiens* si sono verificate connessioni più strette col sistema circolatorio. Per esempio, l'organismo intero trae vantaggio dal sistema frattale dei microvilli intestinali. Cellule assorbenti intestinali con microvilli più lunghi o addirittura ramificati come nell'intestino degli uccelli, occuperebbero lo stesso volume, ma una maggiore superficie assorbente. Allo stesso modo, le strette connessioni tra sangue arterioso cerebrale e reti neuronali corticali hanno incrementato l'incapsulamento dei moduli cerebrali e in ultima analisi, l'efficienza del cervello in toto. Nel corso della evoluzione biologica umana, man mano che si va in avanti lungo la freccia del Tempo, la complessità della rete nervosa cerebrale si è dunque incrementata. Con l'avvento di *Homo Sapiens sapiens* rispetto ad *Homo* di Neanderthal, si è avuto in contemporanea alla riduzione volumetrica della cavità cranica, un aumento dell'efficienza della rete neuronale del cervello, in particolare la neocortex, correlata ad una ottimale emodinamica cerebrale. L'assenza di un rapporto diretto tra volume cerebrale medio, intelligenza umana in genere, quoziente intellettuale e altre attività cognitive, è stato rilevato in un esteso lavoro di Wickett e coll. (2000), basato su dati statistici e su metodiche come la MRI. Un parallelismo potrebbe esserci tra specie di delfini dell'Eocene con volume neurocranico superiore agli odierni e la capacità encefalica di *Homo* di Neanderthal superiore a *Homo Sapiens sapiens*. Le ricerche di Rappoport J.L. (1999) e di Lori Marino, (2000) evidenziano queste discrepanze volumetriche a livello cranico. Lo sviluppo generale della cavità cranica umana ha comportato riduzione in profondità e larghezza delle fosse parieto-temporali e riduzione dei muscoli masseteri.

Negli schizofrenici, P. Kreczmanski et al., (2007) hanno trovato una significativa riduzione del volume cranico totale e la riduzione della densità neuronale in particolare in alcune regioni sub-corticali del lobo cerebrale sinistro. Nella schizofrenia, la riduzione del volume cerebrale totale implica un decremento dei parametri del raggio e dell'altezza della calotta cranica. La riduzione del raggio trasversale **r** della calotta cranica è in proporzione all'altezza **h**, tre volte superiore. Di conseguenza, in una riduzione volumetrica del cranio in toto, il raggio si rimpicciolisce in una misura che è tre volte superiore ad **h**.

Intelligenza artificiale generativa, creatività umana e arte. Le applicazioni dell'intelligenza artificiale riguardano, tra l'altro, la produzione artistica, il processo di scrittura, la produzione musicale, il riconoscimento e l'attribuzione del testo. In ciascuno di questi campi, la IA influenza gli esseri umani e la creatività. Per Zhou E. e Lee D. (2024), i recenti strumenti di intelligenza artificiale (AI) hanno la capacità di produrre output, tradizionalmente considerati creativi. Uno di questi sistemi è l'intelligenza artificiale generativa testo-immagine (ad esempio Midjourney, Stable Diffusion, DALL-E), che automatizza l'esecuzione artistica degli esseri umani, generando opere d'arte digitali. Tramite un set di dati di oltre 4 milioni di opere d'arte, provenienti da più di 50.000 utenti unici, Zhou e Lee dimostrano che nel tempo, l'intelligenza artificiale (da testo a immagine) migliora la produttività creativa umana del 25% e aumenta il valore misurato dalla probabilità di ricevere un preferito per vista del 50%. Mentre il picco della **novità di contenuto** delle opere d'arte, definito come argomento focale e di relazione, aumenta nel tempo, la

novità di contenuto media diminuisce, suggerendo uno spazio di idee in espansione, ma inefficiente. Inoltre, si verifica una riduzione costante, sia della novità visiva massima che di quella media, catturata da elementi stilistici a livello di pixel. Per Zhou e Lee, è da sottolineare che gli artisti, assistiti dall'intelligenza artificiale, riescono a esplorare con successo idee più nuove, indipendentemente dalla loro precedente originalità, potendo produrre opere d'arte che i loro colleghi valutano in modo più favorevole. Infine, l'adozione dell'intelligenza artificiale ha ridotto la concentrazione di acquisizione di valore (preferiti-guadagnati) tra gli adottanti. I risultati suggeriscono che l'ideazione e il filtraggio sono probabilmente competenze necessarie nel processo di conversione del testo in immagine, dando così origine alla "sinestesia generativa", la fusione armoniosa di esplorazione umana, accoppiata allo sfruttamento dell'intelligenza artificiale col fine di scoprire nuovi flussi creativi di lavoro.

L'intelligenza artificiale si basa sul funzionamento di massicce reti neurali artificiali. Una rete neurale artificiale è un modello computazionale fatto di "neuroni" artificiali, simile a una rete neurale biologica. Più in particolare, una rete neurale è un programma di apprendimento automatico che decide come il cervello umano possa identificare fenomeni, valutare le opzioni e pervenire ad esaurienti conclusioni, utilizzando processi che imitano il modo in cui i neuroni biologici cooperano per relazionarsi col mondo circostante.

L'avvento dell'intelligenza artificiale generativa ha prodotto apprensione per la sua capacità di sostituire i lavoratori umani in molte mansioni. Tuttavia, l'opportunità più significativa per questa tecnologia è nel potenziale di assistere aziende e governi, affrontando le sfide connesse alla democratizzazione dell'innovazione e che incrementano, in ultima analisi, la creatività umana. Le molteplici e nevralgiche sfide della IA-generativa (intelligenza-artificiale-generativa) includono l'afflusso d'idee, l'incapacità degli esperti del settore di abbracciare concetti nuovi, la difficoltà nel perfezionare idee vaghe in piani attuabili e la difficoltà d'integrare le diverse esigenze dei clienti in soluzioni praticabili. L'intelligenza artificiale generativa può trasformare radicalmente questo panorama, promuovendo il pensiero divergente, sfidando i pregiudizi esistenti, aiutando nella valutazione delle idee, migliorando il perfezionamento dei concetti e incrementando l'innovazione collaborativa tra dipendenti e clienti. La sua efficacia non sta nel sostituire l'ingegno umano, ma nell'essere un potente collaboratore, in ausilio alla creatività umana collettiva. La capacità di tali sistemi per la risoluzione avanzata dei problemi, capacità generalmente chiamata intelligenza artificiale (AI), si basa su modelli analitici che generano previsioni, regole, risposte, raccomandazioni, o risultati simili. I progressi nel *machine learning* hanno consentito l'ascesa di sistemi intelligenti con capacità cognitiva, simile all'umana che penetrano nella vita aziendale e personale, modellando le interazioni in rete sui mercati elettronici in modi immaginabili. Con la IA, le aziende incrementeranno il processo decisionale per la produttività, il coinvolgimento e la crescita dei dipendenti: fidelizzazione, sistemi di assistenza adattabili alle preferenze dei singoli utenti e infine agenti commerciali (esperti di IA) che scuotono i mercati finanziari tradizionali.

25) Schemi mentali innati - Per Goodman (1998), la natura è un prodotto dell'Arte. L'immagine è più simile a 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, ma 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 e 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: 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 l'atemporale **CFS**.

Edelman (Micro Mega: *La metafora muta*, n. 2/98), afferma che perfino prima che il linguaggio apparisse nell'evoluzione degli ominidi, dev'essere stata presente una capacità di concettualizzazione pre-linguistica. Questa capacità implica il coordinamento dell'attività simultanea di quelle regioni del cervello che elaborano il senso del movimento, del peso, del tatto, dell'udito, della visione e dell'olfatto. Lo scimpanzè ha un sistema fonatorio sufficientemente sviluppato per emettere suoni linguistici, ma un piccolo umano anche quando i genitori sono sordi, si allena spontaneamente nella fonazione. Al contraio, un piccolo di scimpanzè non lo fa perché verosimilmente gli sono assenti strutture anatomiche specifiche, come l'area di Wernicke. Edelman fa una distinzione tra coscienza primaria (sensomotoria) e di ordine superiore (simbolica, astratta e dipendente dal linguaggio). La coscienza di ordine superiore negli ominidi (il termine attualmente preferito per le specie simili all'uomo) sarebbe emersa molto più tardi della coscienza primaria, non più tardi di 100.000 anni fa.

Con la MRI, Sakai et al., (2001) hanno studiato le *funzioni modulari* delle aree di Broca, di Wernicke e del Giro angolare sopramarginale. Suggestiscono che le attivazioni grammaticale (GR) e sintattica (SP, spelling) – non agiscono in modo uniforme. C'è 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, (1995). Nel campo della psicologia della percezione, un 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, s'ingrandisce al suo avvicinarsi. Le due immagini hanno la stessa grandezza, ma distanze diverse. 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 e output. Quest'ultimo è sottodeterminato rispetto all'input. Il soggetto percipiente deve aver apportato informazione aggiuntiva, tramite una integrazione percettiva: una *inferenza inconscia* che ingrandisce un oggetto in lontananza e lo rimpicciolisce, se vicino. Chomsky ammette che la Mente ha 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 e ai loro costituenti. La conoscenza degli oggetti fisici si applica ai corpi materiali macroscopici e al loro comportamento. La conoscenza del numero si applica agli insiemi e alle operazioni matematiche.
- A 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 e 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.

La zona cosciente calda posteriore. Nel cervello, c'è una grande varietà di fenomeni oscillatori, tra cui onde viaggianti e stazionarie, vortici e persino modelli di interferenza.

Durante lo stato cosciente, con uno scanner magnetico che registra l'attività cerebrale, gli sperimentatori evidenzieranno l'attività di un'ampia serie di regioni corticali, note come *zona cosciente calda posteriore*. Per Koch C. (2018), la zona calda posteriore è una delle regioni parietali, occipitali e temporali nella parte posteriore della corteccia col ruolo più significativo nel tracciare ciò che vediamo. Stranamente, la corteccia visiva primaria, riceve e trasmette le informazioni che arrivano dagli occhi, ma non segnala ciò che il soggetto vede. Una simile gerarchia di lavoro sembra vera per il suono e il tatto: la corteccia uditiva primaria e la corteccia somatosensoriale primaria non contribuiscono direttamente al contenuto dell'esperienza uditiva, o somatosensoriale. Invece sono le fasi successive di elaborazione, nella *zona calda posteriore*, a generare la percezione cosciente. Più illuminanti sono alcune fonti cliniche: la stimolazione elettrica del tessuto corticale e lo studio dei pazienti in seguito alla perdita di regioni specifiche, causata da lesioni o malattie. Prima di rimuovere un tumore al cervello, o il locus delle crisi epilettiche di un paziente, i neurochirurghi mappano le funzioni del tessuto corticale attiguo, stimolandolo con elettrodi. In pazienti con perdita di regioni specifiche per lesioni o malattie, la stimolazione della zona calda posteriore può innescare una diversità di sensazioni e sentimenti distinti: lampi di luce, forme geometriche, distorsioni di volti, allucinazioni uditive o visive, una sensazione di familiarità o irrealtà, l'impulso a muovere un arto specifico e così via. La stimolazione della parte anteriore della corteccia è una questione diversa: in generale, non suscita alcuna esperienza diretta. Sembra quindi che le immagini, i suoni e le altre sensazioni della vita, così come la sperimentiamo, siano generate da regioni all'interno della corteccia posteriore. Per Koch, quasi tutte le esperienze

coscienti hanno origine lì: nella *zona cosciente calda posteriore*. Qual è la differenza cruciale tra queste regioni posteriori e gran parte della corteccia prefrontale, che non contribuisce direttamente al contenuto soggettivo? Koch dice: “La verità è che non lo sappiamo.”

26) Insiemi neuronali e movimento.

Fig. c

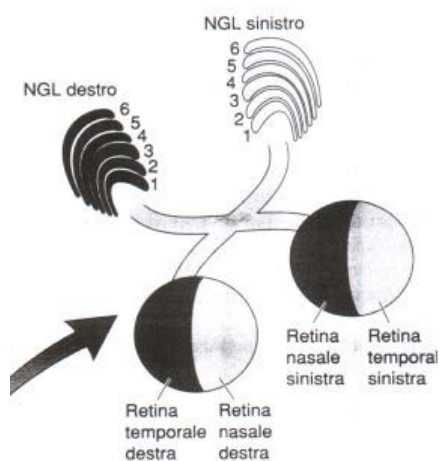


Fig. d

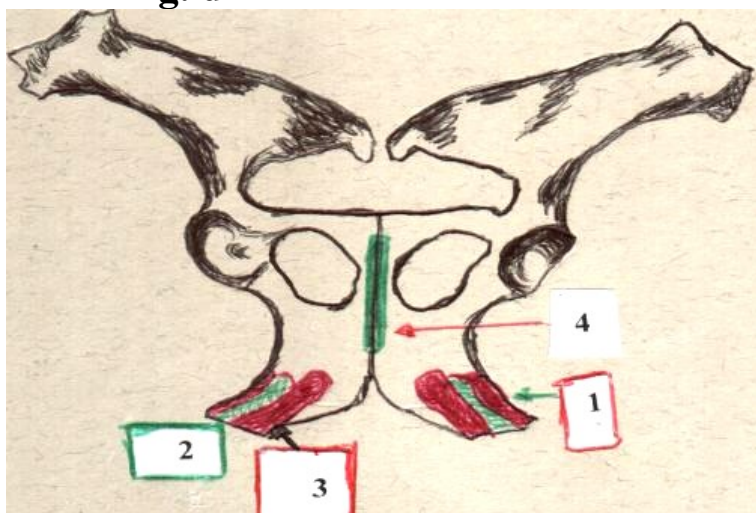


Fig. d :

- 1 - Collegamenti ischiatici del muscolo lungo vasto, nel Cavallo.
- 2 - Semitendinoso: collegamenti ossei (ischiatici), tratteggiato in verde, nel Cavallo.
- 3 - Semimembranoso: origine ischiatica, nel Cavallo.
- 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), nel Cavallo.

La figura **c** è uno schema dell'organizzazione anatomica del Nucleo Genicolato Laterale (NGL) umano 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 similari: 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 le attinenze ossee dei tre muscoli laterali della coscia, del versante di destra e di sinistra. Anche qui $S1 = S2$ (S è il rapporto dei segmenti omologhi delle **aree ossee** di attacco muscolare). 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 tra NGL e i muscoli sopraelencati:

$$L1:L2 = S1 : S2$$

L'origine del muscolo *lungo vasto* avviene anche a livello delle ultime vertebre sacrali e prime coccigee, nel Cavallo e in tante altre specie di mammiferi (bovini, pecore, capre, bisonti...). 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, 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 e 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 opposto. Dunque, i muscoli retti mediali della coscia hanno origine, terminazione e funzioni simili, ma senso opposto.

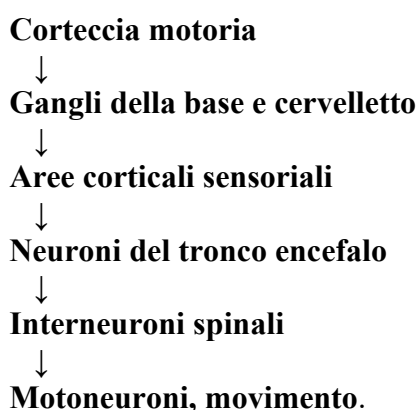
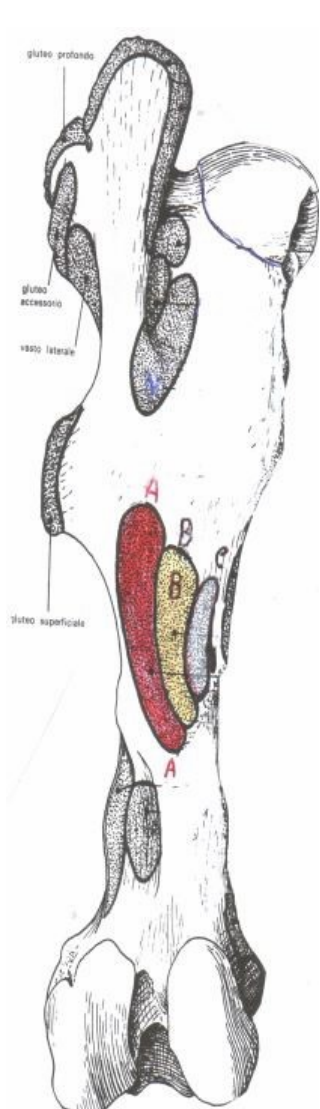
La fig. d, è la veduta ventrale del bacino di un Cavallo con alcune inserzioni muscolari. L'area colorata verde, lungo la sinfisi ischio pubica, è la comune origine dei due muscoli retti mediali della coscia, di destra e di sinistra. I due muscoli sono simmetrici negli equini, dove la coscia ha movimenti di abduzione, quasi nulli. Il simbolo Σ indica la simmetria geometrica, topografica e funzionale dei due muscoli retti mediali della coscia. Questa *funzione d'identità* Σ 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), Σ ha il segno positivo e a sinistra (retto mediale della coscia di sinistra) Σ 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: $AB = BA$. 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 ne incrementano l'entropia locale e 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 dell'organizzazione gerarchica neuronale coinvolta nel movimento corporeo. Sembra esserci un sistema neurologico avvolto su sé stesso: "azioni motorie con effetti sensoriali e azioni sensoriali con effetti motori."



I regolatori del movimento quindi sono: la corteccia motoria, i gangli della base, il cervelletto, i motoneuroni e gl'interneuroni. Le mappe della corteccia motrice 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 motrice 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 al 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 motrice 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 delle colonne della corteccia motrice 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 le singole parti, ne ottimizza i risultati nella cinestesia dell'arto. A livello neuronale, una precisa sincronizzazione incrementa l'impatto delle scariche neuronali, 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 in riferimento ai 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.** Le tre similitudini della fisica geometrica, cinematica e dinamica, applicate ai tre muscoli adduttori della coscia nel Cavallo e al Nucleo Genucolato laterale umano sono possibili in base alla legge della scelta circa l'opzione ottimale, o *legge del minimo sforzo*, necessitando di una minima quantità di lavoro o di energia. In un contesto più ampio, tale legge può essere associata a un principio più fondamentale in fisica, noto come **Principio di Minima Azione** (noto anche come **Principio di Azione Stazionaria**), formulato dal fisico e matematico irlandese **WR Hamilton** (1805–1865), all'età di 18 anni.

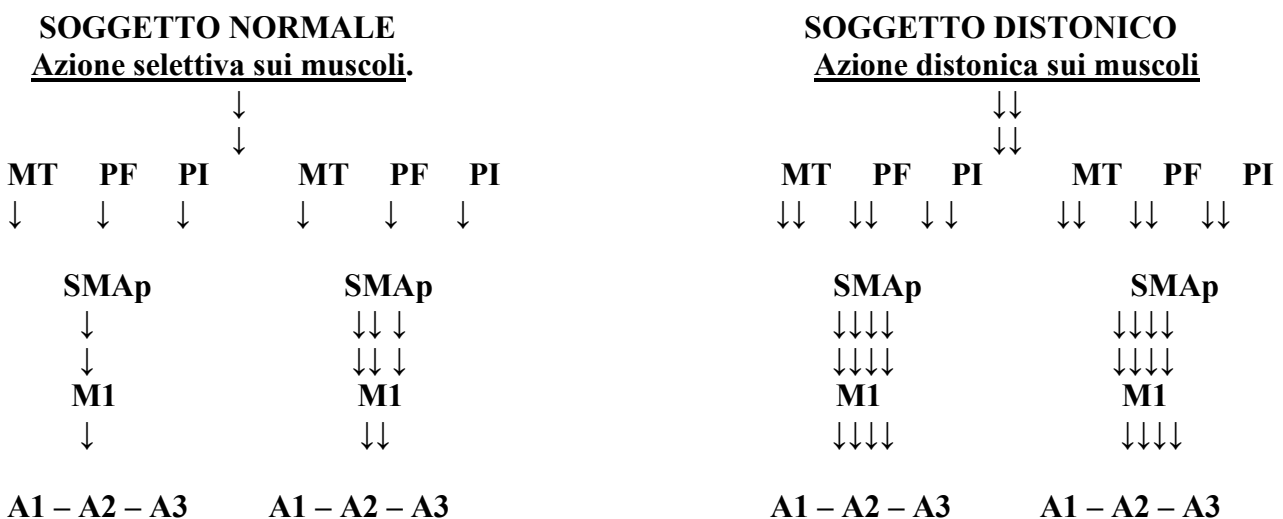
A livello evolutivo, nei delfini, mammiferi acquatici, le aree corticali motrici dei muscoli degli arti sono quasi scomparse. Nei delfini viceversa, sono molto sviluppate le aree corticali motrici che regolano le contrazioni dei muscoli lunghissimi dorsali. Il controllo motorio sarebbe in ultima analisi diretto da **CFS, campo fisico speciale**, extracorticale, aperiodico contenente immagini mentali e 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 e 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 specifico movimento corporeo. Gli esperimenti di Merzenich e coll. (1983, 1984, 1985) sulle scimmie hanno mostrato che tende a scomparire la normale discontinuità tra due o più territori di rappresentazione corticale in riferimento alle due dita suture sperimentalmente. Ciò avverrebbe perché c'è affinità funzionale:

1. Tra aree corticali motrici vicine spazialmente.
2. Tra le colonne contigue della corteccia motoria primaria.
3. Queste caratteristiche anatomo - funzionali troverebbero strette correlazioni con la funzionalità omologa in gruppi di muscoli affini per direzionalità e terminazione sullo scheletro.

C'è da precisare che nell'Uomo, il movimento compiuto per afferrare un oggetto con una mano coinvolge diversi sistemi neuronali:

1. Il sistema piramidale con le lunghe fibre nervose che vanno dal cervello al midollo spinale.
2. Il sistema extrapiramidale, collegato ai nuclei della base.
3. La strutturazione dei movimenti corporei, la loro armonia e coordinazione muscolare è regolata dai gangli della base e dal cervelletto, dove si trovano le memorie degli schemi motori, regolatori di tutta una serie di muscoli. Questo coordinamento speciale permette di effettuare salti, circonvoluzioni e giravolte secondo precisi calcoli mentali come fanno molti atleti. Le memorie degli schemi motori sarebbero anche parte di **M – CFS?**
4. Esistono aree cerebrali che predispongono per un dato movimento corporeo, come la corteccia pre motoria ed aree effettrici (corteccia motoria frontale).
5. Un movimento corporeo ha una serie di processi preparatori, utili ad assemblare un comando motorio. Infine, si arriva al segnale di ritorno, tramite la percezione dei propri movimenti: la consapevolezza del movimento deriva non tanto dall'effettiva esecuzione, quanto da un precedente inconscio stadio cerebrale, predisponente il movimento.

Il prospetto qui di seguito è una comparazione tra un soggetto normale e uno distonico. Nel soggetto distonico, disfunzioni di **SMAp** (area motrice supplementare propria) comportano incremento di stimoli afferenti propriocettivi, di stimoli afferenti provenienti dal talamo e dalla corteccia pre-frontale (ho inserito numerose frecce per indicare questo tipo di azione anomala). Di conseguenza, un ridotto controllo selettivo sui neuroni M1 danneggia l'armonica contrazione muscolare. L'assenza di armonia nella contrazione di muscoli antagonisti è propria della distonia.



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 **MI** indicano azione inibitoria (azione normale selettiva sui muscoli antagonisti). In condizioni normali, alcuni neuroni SMAp controllano una serie di neuroni **MI** coinvolti in un'azione sinergica, mentre neuroni **MI** 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*.

LING ZENG et all., (2007) hanno raccolto dati da sei soggetti umani evidenziando che la norma della percentuale di variazione del segnale BOLD nell'area motoria destra è superiore alla corrispondente di sinistra per il movimento a due mani ($P = 0,0059$) e per il movimento a una mano ($P = .0279$) nei destrimani. La fMRI evidenziava l'asimmetria delle aree motorie:

- l'area motoria dell'emisfero sinistro nasce come un sistema di adattamento.
- Necessita quindi di poche cellule neuronali solo per completare qualsiasi compito di movimento per destrimani.
- L'intensità di attivazione nell'area motoria sinistra è ridotta col normale movimento del dito destro.
- L'intensità di attivazione nell'area motoria destra è ovviamente maggiore di quella nell'area motoria sinistra.

27) Similitudini. Moduli cerebrali e muscoli adduttori della coscia, nel Cavallo.

Nel Cavallo, i tre muscoli adduttori della coscia contribuiscono a funzioni più complesse e generali nella 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.

A) CAPACITA' COGNITIVA E CAPACITA' MOTORIA - 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 che determina 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 al dominio 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.

B) **INCAPSULAMENTO DEI MODULI CEREBRALI** - In presenza di un 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. La 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. La modularità cerebrale è danneggiabile in modo selettivo: 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.

INCAPSULAMENTO



L'incapsulamento muscolare e modulare neuronale avvengono anche in base alla “Legge del minimo sforzo” che richiede la minima quantità di lavoro o di energia. Tale legge si ricollega a un principio basilare della fisica, noto come **Principio di Minima Azione** (o **Principio di Azione Stazionaria**).

L'organizzazione del cervello in sottosistemi e moduli, specializzati in calcoli computazionali, è efficiente, ma è un'architettura complessa che pone uno specifico problema computazionale: l'organismo nel suo insieme non può attenersi a una diversità d'interpretazioni probabilistiche. L'organismo deve agire, tagliando le molteplici possibilità e deve decidere a favore di un'unica linea d'azione. Integrare tutte le prove disponibili per convergere verso un'unica decisione è un requisito computazionale che dev'essere affrontato da qualsiasi animale, o sistema d'intelligenza

artificiale autonomo. Ad esempio, gli elefanti, quando hanno sete, riescono a determinare la posizione della pozza d'acqua più vicina e si muovono direttamente verso di essa, da una distanza compresa tra 5 e 50 km. Tale processo decisionale richiede un'architettura sofisticata per (i) raggruppare in modo efficiente tutte le fonti d'informazione disponibili, inclusi segnali multisensoriali e di memoria; (ii) considerare le opzioni disponibili e selezionare la migliore sulla base di questo ampio bacino di informazioni; (iii) mantenere tale scelta nel tempo; e (iv) coordinare tutti i processi interni ed esterni verso il raggiungimento di tale obiettivo.

28) MODULI CEREBRALI

Qui di seguito una serie di analogie col fine di approfondire la struttura modulare cerebrale.

1. Muscoli intercostali. Hanno disposizione metamerica e similari funzioni sulle costole, dove terminano. Hanno anche origini topografiche similari. Determinano movimenti limitati sulle costole, ma la loro funzione complessiva è vitale perché permettono l'aumento volumetrico del torace e l'inspirazione. Si può parlare di funzioni specifiche e 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 (presenza nel Cavallo del legamento accessorio). 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:
 - Le terminazioni sul femore dei tre muscoli adduttori della coscia sono geometricamente simili.
 - Funzione omologa di adduzione della coscia.
 - Disposizione topografica simile ed in successione regolare, a invarianza di scala, delle tre 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 (o inferiore), leggermente differenziata tra loro: *funzioni modulari non incapsulate*.
5. Si può affermare che moduli corticali motori contigui hanno corrispondenza biunivoca coi moduli muscolari contigui.

MODULI CORTICALI. In *Modularity of Mind*, Fodor (1983) sostiene che c'è modularità dei processi cognitivi di livello inferiore, ma i processi cognitivi di livello superiore non sono modulari, avendo proprietà dissimili. Per Fodor, i sistemi modulari devono avere le seguenti proprietà:

1. Specificità del dominio: i moduli cerebrali operano solo su determinati tipi di input. I sistemi modulari sono specializzati.
2. Cattura obbligatoria: elaborazione obbligatoria dei moduli.
3. Accessibilità limitata: limitata è l'elaborazione centrale a cui si accede a partire dalle rappresentazioni del sistema d'input.
4. Alta velocità: probabilmente dovuta al fatto che sono incapsulati (quindi necessitano solo di consultare un database ristretto) e obbligatori (non è necessario perdere tempo nel determinare se elaborare o meno l'input in arrivo).
5. Incapsulamento informativo: i moduli cerebrali non hanno bisogno di fare riferimento ad altri sistemi psicologici per funzionare.

6. Output superficiali: semplice è l'output dei moduli.
7. Specificità dei modelli di ripartizione.
8. Ontogenesi specifica: c'è una regolarità di sviluppo.
9. Architettura neurale fissa.

Per Pylyshyn (1999), tutte queste proprietà tendono a verificarsi con i moduli, ma una: l'incapsulamento delle informazioni è la vera firma di un modulo. L'incapsulamento nel modulo è basilare per l'accesso cognitivo. Alcune teorie ipotizzano una elaborazione di dominio generale, invece che una struttura mentale modulare: l'attività mentale distribuita nell'intero cervello, non scomponibile in unità indipendenti, Uttal W., (2003). La tesi di una struttura cerebrale non modulare è avvalorata dal fatto che ci sono seri problemi filosofici, teorici e metodologici nel localizzare i processi cognitivi in specifiche aree. Merlin Donald (2001), sostiene che nel processo evolutivo, la Mente abbia acquisito un vantaggio adattivo, essendo un risolutore generale di problemi. La Mente, descritta da Donald, include *meccanismi centrali*, simili a moduli, oltre a meccanismi di *dominio generale* evolutisi di recente.



Foto schematica dei microtubuli all'interno delle fibre nervose cerebrali, dove avvengono i fenomeni quantistici della trasmissione nervosa. Come la microfotografia mostra, c'è tipica struttura frattale nella disposizione dei microtubuli

Nell'albero dendritico, collegato con migliaia di sinapsi d'input provenienti da altri neuroni, c'è elaborazione e integrazione delle informazioni, codificate in una mappa. Ogni sinapsi attivata è un "bit" d'informazione in una stringa di potenziali d'azione in arrivo. Per John Eccles, Nancy Woolf, Roger Orpwood et al. (1994), nell'albero dendritico avviene la coscienza. Tuttavia non si sa come l'albero dendritico sia codificato secondo l'attività di rete dei neuroni d'input: l'informazione recepita dall'albero dendritico dev'essere completa per essere percepita come cosciente. Nell'albero dendritico, c'è solo rilevazione di coincidenza d'input. C'è attivazione dell'albero dendritico, o di una sua parte solo se il ritardo d'input, o i tempi di trasporto di due input post-sinaptici sono identici. La teoria dell'informazione quantistica evidenzia come le complesse strutture di proteine, DNA, microtubuli, membrane, neuroni e rete neurale danno origine a entanglement, coerenza e correlazione. Attivazioni istantanee e coerenti nella rete neurale del cervello sono fondamentali per formare connessioni e interazione tra neuroni. Queste interazioni possono stabilire nuovi intrecci e coerenza, che possono portare a stati speciali, o a transizioni di fase. La teoria dell'informazione quantistica ammette che la memoria corrisponda ai nuovi stati entangled e alla transizione di fase verso un nuovo stato coerente. I neuroni cerebrali potrebbero utilizzare "qubit neurali", simili ai qubit nei computer quantistici. I qubit neurali, forse radicati nello spin degli elettroni all'interno delle proteine neurali, o nei nuclei degli atomi delle membrane neurali, potrebbero formare una vasta rete interconnessa che, facilitata dall'entanglement, consentirebbe comunicazioni ed elaborazioni

istantanee. Si spiegherebbero così alcuni misteri della coscienza. L'essenza stessa del nostro "io", la sensazione di essere entità unica, sarebbe la conseguenza di un intreccio su larga scala all'interno dell'arazzo neurale della nostra Mente

29) Circolazione cerebrale e omeostasi cerebrale - Il settore perisilviano anteriore, sulla parte anteriore della scissura di Rolando, ha strutture responsabili del ritmo e grammatica del parlato. I nuclei basali sinistri fanno parte di questo settore, come del perisilviano posteriore. L'intero settore è associato al cervelletto. Sia i nuclei basali, sia il cervelletto, hanno proiezioni da una gamma di regioni sensoriali della corteccia, restituendo proiezioni dalle aree motorie. Questo dato è importante se si tiene conto che il cervelletto è l'organo regolatore delle attività motrici. Radanovic e Scaff (2003), con tecniche di neuro-immagine, sottolineano nell'Uomo il ruolo di strutture sottocorticali nella produzione del linguaggio. Gli autori descrivono alcuni tipi di disturbi di eloquio come le afasie sub corticali e le parafrasie. Le tecniche CT scan., MRI e SPECT hanno evidenziato in nove pazienti lesioni ai gangli basali e in sette a livello talamico. Queste ultime, secondo gli autori potrebbero incidere sull'efficienza della memoria verbale.

Uzuner et all., (2000) hanno eseguito rilievi circa le variazioni di flusso sanguigno regionale (rCBF) nelle due arterie cerebrali medie in soggetti normali, di entrambi i sessi. I rilievi sono stati fatti nei 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. Lo stimolo motore corticale indurrebbe incremento di velocità di flusso sanguigno in entrambe le cerebrali medie, ma più a sinistra. Precisamente, **64,4 cm/sec**, nella cerebrale media di destra, mentre la velocità sistolica media a sinistra è di **67,9 cm/sec**. Ciò in accordo con la dominanza emisferica sinistra. Eidelman et all., (2001) riportano i casi di pazienti trattati con immuno soppressori per postumi di aprassia linguistica. Immagini al MRI mostravano un flusso sanguigno asimmetrico nei gangli basali e nel talamo. Lazar et all. (2000), effettuarono uno studio su bambini con malformazioni artero-venose nel lobo frontale sinistro. L'autore concluse che il lobo frontale sinistro controlla le funzioni del linguaggio espressivo, ma in presenza di alterazioni artero-venose c'è 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 con più convenienti situazioni emodinamiche. La speciale geometria delle arterie cerebrali contrasta eventuali eccessive pressioni idrostatiche, preservando l'omeostasi cerebrale. Qui di seguito ne elenco quattro.

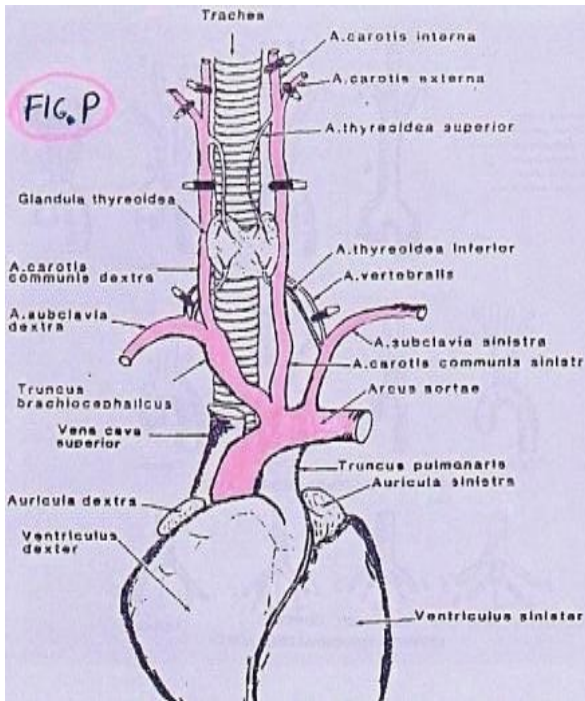
1. La forma ad S (a sifone) del tratto intrapetroso della carotide interna (sifone carotideo).
2. L'arteria oftalmica esterna, collegata al Poligono di Willis, funge da deflusso in eccessi di pressione. Per inciso il Poligono di Willis è presente in specie ancestrali come i rettili.
3. Perdite per mescolanza tra comunicante posteriore del Poligono di Willis e carotide interna, controbilanciano eccessi pressori se la testa è abbassata al di sotto della base cardiaca.
4. La topologia vascolare incide molto sulla distribuzione dell'ematocrito nella rete dei vasi sanguigni.

Autoregolazione cerebrale. Un cervello umano sano è perfuso dal flusso laminare del sangue attraverso i vasi cerebrali che gli forniscono substrati, per lo più ossigeno e glucosio. Il CBF è relativamente stabile con valori tipici, compresi tra 45 e 65ml/100G di tessuto cerebrale al secondo, nonostante variazioni della pressione sistemica pari a 100Torr. Il fenomeno è noto come *autoregolazione cerebrale* ampiamente documentato non solo negli esseri umani, ma anche in animali. I cambiamenti nella resistenza cerebrovascolare (CVR) delle piccole arterie cerebrali precapillari contribuiscono a mantenere il flusso sanguigno cerebrale relativamente costante. La CVR può cambiare per costrizioni dei meccanorecettori di queste arterie, causate dall'aumento della pressione intracranica e/o da costrizioni, mediate da fattori biochimici e dalla riduzione della concentrazione arteriosa di CO₂. I cambiamenti nel CBF possono dunque essere associati al

cambiamento nel CVR. La regolazione del CBF è un processo dinamico complesso, relativamente costante su un ampio intervallo di perfusione, regolato da una varietà di meccanismi di controllo del feedback: cambiamenti metabolici, regolatori miogeni e impedenza cerebrovascolare. Queste strutture di controllo rispondono ai cambiamenti della pressione di perfusione cerebrale.

30) PECULIARITA' DELLE ARTERIE CAROTIDI NELL'UOMO –

Nell'Uomo, esistono piccole differenze di flusso e pressione nelle carotidi comuni e interne tra lato sinistro e destro. Queste differenze sono tra l'altro collegate alla diversa geometria ed origine delle due arterie carotidi comuni. Nell'Uomo, la carotide comune di sinistra si origina direttamente dall'arco aortico. Quella di destra è una delle biforcazioni o rami terminali, dell'arteria anonima. Di conseguenza, una differenza di flusso sanguigno c'è nelle carotidi interne e nelle cerebrali medie di destra e di sinistra. Il flusso sanguigno proveniente da ciascuna delle carotidi interne è rivolto in prevalenza alla cerebrale media, loro diretta continuazione. L'inconsistente apporto al riequilibrio della pressione sanguigna da parte della comunicante posteriore, tra carotide interna e basilare e l'assenza di comunicazioni dirette tra carotidi interne e tra i due lati del Poligono di Willis (rami comunicanti trasversali tra carotidi interne e rami comunicanti tra i due lati del Poligono di Willis sono presenti in alcuni mammiferi come già esposto), comporta la persistenza di una differente emodinamica nelle cerebrali medie, in particolare nell'Uomo, dove i due vasi nelle parti iniziali hanno lo stesso calibro delle carotidi interne da cui si originano. Queste differenze sono altresì correlate all'inizio della carotide comune di sinistra che come la succlavia di sinistra, si origina direttamente dall'arco aortico, ma solo nella specie umana e non, tra l'altro, nelle scimmie.



A differenza dell'Uomo, nella Scimmia, come la fig. P mostra, l'arteria carotide comune di sinistra non si origina direttamente dall'arco aortico, ma dalla brachiocefalica. La fig. P è stata presa da un lavoro di Tabuchi del 1995. All'interno dell'arteria brachiocefalica, c'è flusso caotico con conseguente perdita di energia cinetica del sangue. Solo nell'Uomo, l'arteria carotide comune di sinistra si origina dall'arco aortico. Mancando anastomosi tra le carotidi comuni, tra carotidi

interne e tra le cerebrali medie, la diversità emodinamica persiste nei due emisferi cerebrali e si accompagna alla differente concentrazione neuronale.

CAROTIDE COMUNE DI SINISTRA CON PRESSIONE E VELOCITA DI FLUSSO ELEVATE



EMISFERO SINISTRO CON PIU' SOSTANZA GRIGIA A PARITA DI MASSA CORPOREA

Disposizione di ciascuna carotide comune nella specie umana.

Ciascuna carotide comune decorre rettilinea, senza rami collaterali e alla terminazione conserva lo stesso calibro che ha all'origine (Testut e Latarjet, 1966). I due vasi hanno differente origine, lunghezza, direzione e rapporti:

1. La carotide comune di sinistra è più lunga della destra di tutta l'altezza dell'arteria anonima o tronco brachiocefalico comune, cioè dai 25 ai 30 mm.
2. Mentre la carotide comune di destra si dirige verticalmente in alto dopo la sua origine, la carotide comune di sinistra segue prima un decorso leggermente obliquo in alto e lateralmente e solo quando ha raggiunto la regione cervicale decorre verticalmente verso l'alto, parallela a quella di destra.
3. Rispetto ai rapporti, la carotide comune di sinistra ha una porzione intratoracica che manca a quella di destra. Quest'arteria perciò presenta alla sua origine, rapporti propri.
4. Le due arterie carotidi comuni terminano entrambe in alto, a livello di una linea orizzontale che passa per il margine superiore della cartilagine tiroidea. I rami terminali sono: l'arteria carotide interna ed esterna. Nell'Uomo la carotide esterna è più piccola della interna, la quale all'origine ha un diametro di 4,5 mm. Tale differenza di calibro è maggiore nel feto che nel bambino.

YI LIN PEI et all. (2013), nei neonati prematuri a termine, hanno riscontrato:

1. differenze regionali coerenti con gli studi PET.
2. Metabolismo più elevato nella regione temporale e parietale, rispetto alla frontale.
3. Metabolismo più elevato nell'emisfero destro che nel sinistro il che supporta le teorie sul ritardo nella maturazione dell'emisfero sinistro nei neonati, consentendo una maggiore plasticità tramite la stimolazione ambientale, come l'esposizione al linguaggio e alle capacità motorie.
4. CBF più elevato nei maschi rispetto alle femmine, forse correlato alla maggiore vulnerabilità dei maschi neonati rispetto alle femmine.
5. Le differenze maggiori erano nel CBF: maggiore del 32% nella regione temporale rispetto alla frontale e del 25% maggiore nella regione parietale rispetto alla frontale. Le differenze minori, ma significative, si osservavano nella SO_2 , maggiore solo del 2–5% nella regione temporale e parietale rispetto alla regione frontale.
6. Differenze significative nei parametri vascolari, tra le regioni temporale e parietale, con CBF_i (10%), SO_2 (3%) e CBV (10%) più elevati nella regione temporale che nella regione parietale. Al contrario, $CMRO$ non differiva tra le regioni temporali e parietali.
7. In base all'analisi sull'asimmetria emisferica, CBF (10%), CBV (7%) e $CMRO$ (9%) più elevati nell'emisfero destro che nel sinistro.
8. Dimorfismo sessuale nei neonati: i maschi avevano un CBF più alto nella maggior parte delle regioni e $CMRO$ maggiore nella regione frontale, rispetto alle femmine della stessa età.
9. CBF ha asimmetria destra-sinistra più evidente ($P = 0,001$) nei maschi rispetto alle femmine.

Arteria carotide interna. Variazioni morfologiche. L'arteria carotide interna (ICA) può avere variazioni morfologiche (MV) nel suo decorso: tortuosità, attorcigliamenti e avvolgimenti. Mancano prove conclusive sulla relazione della MV (variazione morfologica) con malattie cerebrovascolari. In base alla topografia anatomica, attorcigliamenti e tortuosità avrebbero una maggiore incidenza sul lato sinistro del corpo, forse correlati alla diversa origine delle arterie carotidi comuni destra e sinistra, favorendo la VM nelle arterie che originano direttamente dall'arco aortico. La MV sarebbe più elevata nelle donne che negli uomini.

Tra versante destro e sinistro del Poligono di Willis e tra le due carotidi interne, in alcune specie esistono rami anastomotici.

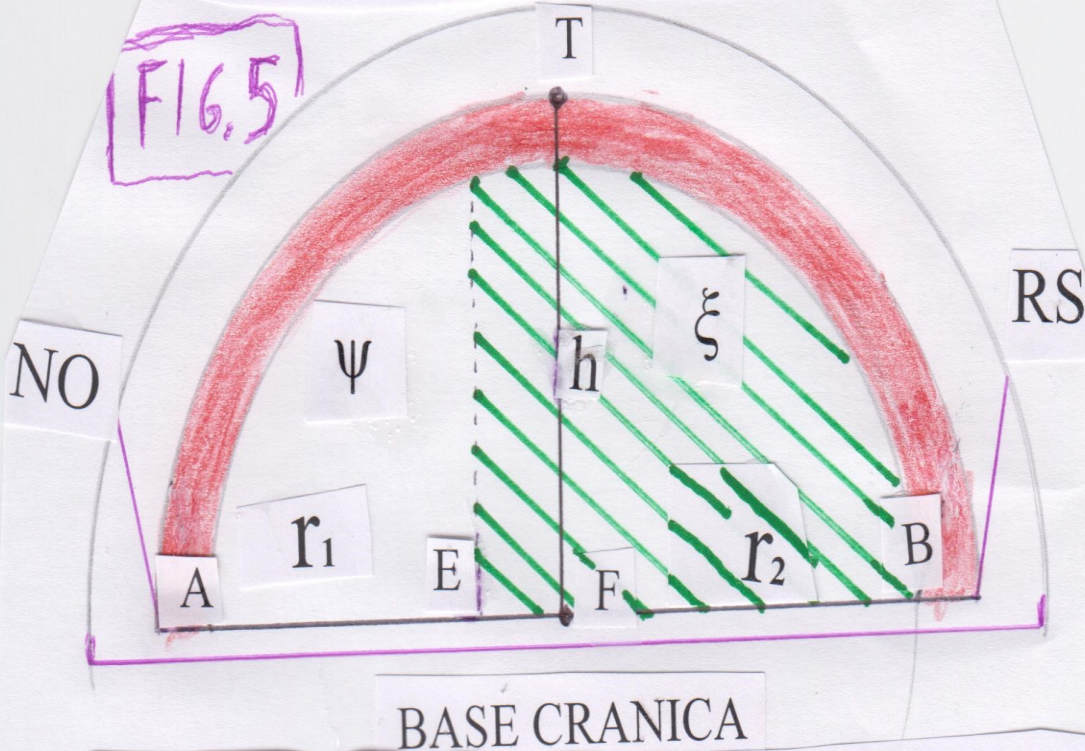
- Nel Cavallo, c'è l'arteria carotico basilare che origina dalla seconda curva ad S della carotide interna, si dirige ventro caudalmente per raggiungere l'arteria basilare sulla faccia ventrale del ponte. Un'arteria intercarotica caudale nasce rostralmente alla precedente: flessuosa e spesso formante una rete, unisce le due carotidi interne caudalmente all'ipofisi. Non esiste un'arteria intercarotica rostrale.
- Nel Cane, c'è un'arteria intercarotica rostrale e una caudale, spesso formanti piccole reti anteriormente e posteriormente all'ipofisi.
- Nel Coniglio, esistono lo stesso due rami intercarotici uno rostrale ed uno aborale, davanti e dietro il peduncolo ipofisario.
- Nell'Uomo, mancano rami intercarotici e i versanti (di destra e di sinistra) del Poligono di Willis sono distanziati.
- Viceversa nel Cane, il Poligono di Willis è stretto ed allungato in senso oro-aborale.

L'esistenza di rami intercarotici nei mammiferi, provvisti solo di poligono di Willis (e senza reti mirabili encefaliche), regolerebbe in breve tempo l'onda sistolica dei due lati (sinistro e destro) dello stesso Poligono di Willis e bilancerebbe brusche e brevi variazioni di pressione idrostatica, dovute ai movimenti del cranio, specialmente quando l'animale abbassa la testa.

Nell'Uomo, l'arteria basilare ha diametro di 4,24 mm superiore a quello delle carotidi interne che è per ciascuna di circa 4,00 mm. Le arterie cerebrali posteriori che si originano come rami terminali della basilare, hanno diametro dimezzato, ma velocità sistolica raddoppiata rispetto alla basilare.

La figura 5 è lo schema di una calotta cranica ad unica base il cui volume è dato dalla formula generale: $V = 1/6 \cdot h(h^2 + 3r^2)$. L'aumento del volume di una calotta ad una sola base è collegato in particolare alla tripla lunghezza del suo raggio, elevato al quadrato. Nell'Uomo, l'emisfero destro (ξ) tratteggiato col verde, corrisponde alla semicalotta destra che ha per base il segmento FB. Il raggio (r_2) di questa semicalotta è leggermente maggiore di r_1 che è il raggio dell'emisfero sinistro, indicato col simbolo. Cioè, r_2 ha come lunghezza il segmento FB e r_1 corrisponde al segmento AE. Nella figura 5, la sostanza grigia (neocortex) dei due emisferi cerebrali è stata colorata in rosso e quella bianca è la sottostante verde (per l'emisfero sinistro ed è stata anche tratteggiata per l'emisfero destro). La calotta cranica non ha un volume omogeneo, pur avendo la stessa altezza (h), rappresentata dal segmento TF. La semicalotta cranica ha un volume e un raggio minore nell'emisfero sinistro, rispetto al controlaterale. In Homo di Neanderthal, avvenne un maggiore allungamento complessivo della base di tale calotta cranica e ciò comportò un grande incremento della sostanza bianca, in particolare nell'emisfero destro. In *Homo Sapiens sapiens*, ci fu un maggiore allungamento di h (altezza della calotta cranica e quindi dei due emisferi cerebrali) con incremento della esterna sostanza grigia. L'aumento di sostanza grigia fu molto superiore rispetto a quello registrato nella sottostante materia bianca. Per questo in Homo di Neanderthal, ci fu un rapporto spropositato tra sostanza grigia e bianca cerebrale a favore di quest'ultima. Questo rapporto fu diverso in *Homo Sapiens sapiens*, dove l'aumento di h (altezza della calotta cranica) riguardò principalmente l'espansione della sostanza grigia ed in minor misura quella bianca. La riduzione volumetrica, verificatasi negli ultimi centomila anni, è avvenuta verosimilmente in modo asimmetrico, partendo da una asimmetria iniziale tra i due emisferi cerebrali con un emisfero sinistro meno voluminoso del destro. Come si è detto, questa asimmetria è comune in tutti i mammiferi. E' ipotizzabile che la netta dominanza dell'emisfero sinistro sul controlaterale abbia dato inizio e regolato la riduzione volumetrica encefalica in *Homo Sapiens sapiens*.

ξ = emisfero cerebrale destro, più espanso del sinistro.
 Ψ = emisfero cerebrale sinistro.
 h = altezza della calotta cranica, indicata anche come TF.
 Il tratto colorato in rosso è la materia grigia cerebrale.



RS ed NO sono la sutura squamosa tra ali dello sfenoide e ossa temporali. Il volume della calotta cranica si calcola con la formula: $\frac{1}{6} \pi h (h^2 + 3r^2)$

In Homo di Neanderthal, ci fu espansione in senso trasversale dei segmenti AF ed FB, cioè delle ali temporali dello sfenoide e relativo appiattimento. In Homo Sapiens sapiens, ci fu l'aumento in altezza della calotta cranica con allungamento dei segmenti RS ed NO. In Homo di Neanderthal, di conseguenza il poligono di Willis era più largo.

Numerosi fattori anatomici e fisiologici, oltre alla geometria artero-venosa interagiscono nella corretta emodinamica cerebrale. Ad esempio, il flusso sanguigno in una specifica regione cerebrale è influenzato da: 1. pressione arteriosa, 2. pressione intracranica, 3. ematocrito (viscosità), 4. grado di eventuale stenosi prossimale, 5. calibri ed estensione dei canali collaterali e 6. autoregolazione cerebrale.

ANASTOMOSI ARTERIE CAROTIDI INTERNE ↔ ARTERIE VERTEBROBASILARI.

- **Arteria trigeminale primitiva persistente (PPTA)**, osservata nello 0,1-0,6% degli angiogrammi cerebrali; PTA bilaterali estremamente rare. La PTA si verifica dove l'ICA (arteria carotide interna) esce dal canale carotideo per entrare nel seno cavernoso; quindi decorre posterolateralmente lungo il nervo trigemino (41%), oppure attraversa o attraversa il dorso della sella (59%) prima di unirsi all'arteria basilare. Solitamente associata a una piccola PCOM e vertebrale, nonché a una caudale basilare ipoplasica all'anastomosi della PTA (aumento dell'incidenza di MAV e aneurismi).
- **Arteria ipoglossa primitiva persistente (PPHA)**, osservata nello 0,027-0,26% degli angiogrammi cerebrali. Scorre attraverso il canale ipoglossa, parallelamente al nervo, collegando l'ICA cervicale con l'arteria basilare. Quando presente, è funzionalmente un'unica arteria che alimenta il tronco encefalico e il cervelletto (spesso associata ad aneurismi).
 - **Arteria otica (acustica) persistente.**
 - **Arteria proatlantidea persistente.**
 - **Arteria trigeminale persistente:** nasce dall'ICA cavernosa prossimale.

ANASTOMOSI CAROTIDE-VERTEBROBASILARE PERSISTENTI PIU' COMUNI.

- **arteria otica (acustica) persistente:** l'esistenza di questo vaso nella specie umana è controversa. Per alcuni, questo vaso deriva dall'ICA petrosa (segmento C2) all'interno del canale carotideo ed è raro, in quanto è la prima anastomosi a regredire. Quest'arteria emerge dal meato acustico interno e inferiormente si unisce all'arteria basilare. Sembra assente negli animali domestici.
- **arteria ipoglossa persistente:** origina dall'ICA cervicale a livello di C1-C3.
- **arteria proatlantidea persistente:** il tipo I ha origine dall'arteria carotide interna e il tipo II origina dall'arteria carotide esterna.

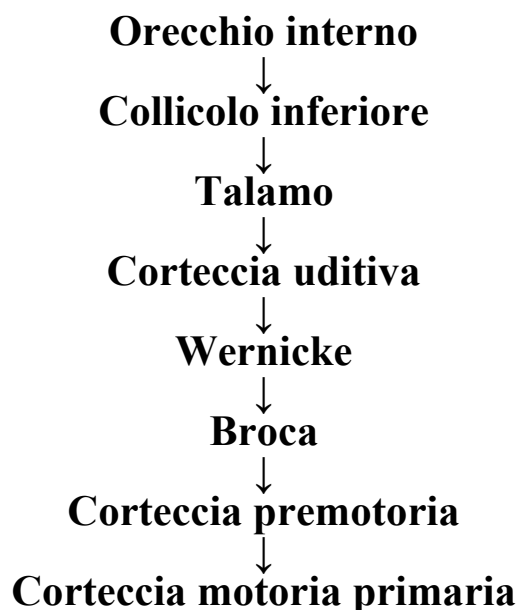
31) EMODINAMICA CEREBRALE E LINGUAGGIO UMANO -

C'è una tecnica appropriata per dirimere la dominanza emisferica del lobo encefalico, nella produzione di parole. Questa dominanza è correlata all'afflusso sanguigno e alle sue variazioni. Un anestetico come l'amytal sodico, iniettato nella carotide interna, agisce sul corrispondente emisfero ipsilaterale per breve tempo, mentre il controlaterale funziona normalmente. C'è afasia motoria che dura per più di un minuto primo, cioè il paziente non è in grado di proseguire la conta. Se invece l'amytal è stato iniettato nell'emisfero non dominante (il destro), il disturbo della parola compare ugualmente, ma è fugacissimo. L'esperimento dimostra che nonostante l'esistenza del Poligono di Willis, l'anestetico dalla carotide interna di sinistra si diffonde direttamente nella cerebrale media omolaterale. Inoltre, impiegando questa tecnica con l'amytal sodico, si è rilevato effettivamente, nel 93% dei destrimani che l'emisfero dominante nell'emissione di parole e di frasi è il sinistro, il 6% possiede meccanismi linguaggio nell'emisfero destro e l'1% ha il coinvolgimento di entrambi gli emisferi cerebrali nella produzione di parole. In questo 1% il linguaggio non è localizzato in un solo emisfero. Nei mancini, le cose stanno in questo modo. La maggior parte di essi (70%) è fornito di dominanza sinistra. Solo il 17% ha l'emisfero destro dominante (nella produzione del linguaggio), mentre nei rimanenti casi (13%) ambedue gli emisferi sono forniti di meccanismi della parola. Ciò non esclude un particolare: la vera area di Wernicke, tranne rare eccezioni, è sempre localizzata a sinistra. L'area di Broca invece, può trovarsi a destra nei mancini e a sinistra nei destrimani. Nell'Uomo, la prensione degli alimenti, in prevalenza con l'arto superiore destro, ha di certo influito sull'origine del linguaggio, coinvolgendo la corteccia premotoria e motoria primaria.

Per quanto riguarda l'accoppiamento tra risposta emodinamica e attività neuronale (accoppiamento neurovascolare), studi sperimentali evidenziano che la risposta emodinamica è correlata all'attività neuronale, in particolare al potenziale del campo locale (attività sinaptica) piuttosto che all'attività di picco, entro un certo intervallo di tempo. La risposta emodinamica tende ad essere più diffusa nello spazio e dura più a lungo nel tempo rispetto all'attività neuronale.

Sakai et al., (2001) suggeriscono che le attivazioni grammaticale (GR) e sintattica (SP, spelling) – non agiscono in modo uniforme. C'è chiara dissociazione circa 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.

La produzione del linguaggio umano, molto complessa e articolata, coinvolge numerose aree nervose, nelle quali il flusso sanguigno dev'essere costante e la velocità sistolica elevata.



Nell'Uomo, la presa degli alimenti avviene in due fasi:

- 1. raggiungere l'oggetto (reach)**
- 2. afferrare l'oggetto (grasp).**

Il reach consiste nel portare la mano nella traiettoria del bersaglio, allineando le dita verso i punti più appropriati di contatto col bersaglio. Vi è coinvolta la muscolatura prossimale della parte superiore del braccio, orientato sulla disposizione spaziale del bersaglio, anche in base al posizionamento di chi effettua la prensione. Nel grasp, si allargano le dita fino ad un'apertura massima, adattabile alla dimensione del bersaglio. Subito dopo, c'è la chiusura graduale delle dita in prossimità del bersaglio e infine la loro chiusura per l'acquisizione del bersaglio. La presa (grasp) è prodotta dalla muscolatura distale di mano e dita, guidata dalle proprietà intrinseche del bersaglio (dimensione e forma). Reach e grasp sono dirette da distinti percorsi visivo-motori. Per il reach (raggiungere) c'è la via nervosa dorso-mediale: lobulo parietale superiore, corteccia parieto-occipitale superiore, solco intraparietale mediale, precuneo anteriore, corteccia pre-motoria dorsale e corteccia motoria primaria (M1).

Per il grasp, c'è la via nervosa dorsolaterale: solco intraparietale anteriore, corteccia premotoria ventrale e infine M1 (corteccia motoria primaria), come per il reach. C'è differenza nei centri nervosi a seconda se la prensione è effettuata con la mano destra, o con la sinistra. Nel caso in cui la prensione, per esempio degli alimenti, sia effettuata con la destra, le vie nervose coinvolte sono nella corteccia cerebrale di sinistra, prospicienti all'area di Wernicke, il vero centro del linguaggio,

specifico per l'essere umano. La vicinanza coi centri motori del linguaggio ne avrebbe incrementato lo sviluppo, in particolare a livello del lobo cerebrale sinistro.

Suoni e parole. La geometria frattale dimostra che nei processi caotici e complessi, dopo un alto numero di interazioni – scambio di azioni reciproche che si riproducono nel tempo di crescita – si creano spontaneamente delle regolarità (attrattori), dovute ad un numero di variabili che rendono prevedibile lo sviluppo del processo di crescita.

Consideriamo l'area di Wernicke e le sue regioni adiacenti (le circonvoluzioni angolare e sovramarginale) come un *insieme* in cui sono contenuti flussi d'informazione sulle forme visive, i suoni e le sensazioni corporee (nella fascia somato-sensoriale) e le relazioni spaziali (del lobo parietale). Area di Wernicke e aree adiacenti come un insieme in cui avvengono i legami tra il suono delle parole, le sembianze e la geometria cui si riferiscono. L'altro insieme è rappresentato dall'area di Broca in cui sono contenute le elaborazioni sonore di una parola sconnessa dal suo significato (Fig. 102).

Fig. 102



Il fascicolo arcuato connette i due insiemi e somma le funzioni di A e di B.

$$F_A + F_B \rightarrow C$$

La somma di queste due funzioni non ha ancora un "valore" o una "struttura" definita, ma cominciano ad essere presenti "attrattori" collegabili alla logica sintattica, grammaticale e fonetica. È un sistema destinato ad evolvere verso la struttura frattale del linguaggio.

N. B. – Il caos è oggi considerato una dimensione retta da leggi non definibili ed il concetto di disordine è inteso come complessità. I sistemi caotici sono sistemi dinamici, riconducibili ad una logica nuova, più o meno complessa. Sia nell'area di Wernicke che di Broca sono presenti fenomeni di *autosimilarità*, tra suono delle parole, sembianze, geometria di riferimento ed elaborazione sonore di parole...

AUTOSIMILARITÀ. Due figure si dicono simili se hanno la stessa forma. Questo non vuol dire che basta una vaga rassomiglianza. Possiamo tranquillamente dire che una gomma è simile a quella vista in vetrina, solo perché ha lo stesso colore. Se però siamo sotto il dominio della matematica, *simile* è un termine univoco. Ad esempio due poligoni sono simili se e solo se hanno gli angoli uguali ed i lati in proporzione.

Fig 103



I mattoni infatti pur rettangolari, non hanno i lati in proporzione. Il rettangolo di destra pur essendo più grande, contiene esattamente quattro rettangoli uguali al più piccolo: avendo quindi, gli angoli uguali ed i lati in proporzione, i due rettangoli sono simili (Fig. 103).

La somma delle funzioni di A e di B (area di Wernicke ed area di Broca) non porta all'autosimilarità tra parole e le forme visive, i suoni, le sensazioni corporee, le relazioni spaziali, le sembianze, la geometria degli oggetti del mondo esterno ed interno a noi.

Nel linguaggio umano, oltre agli aspetti dell'*autosomiglianza*, sono presenti *irregolarità*. Il linguaggio umano può essere paragonato dunque a una struttura frattale, costituita da unità con funzione complessa e che generano indeterminatezza.

Parole. All'interno di una o più frasi, una stessa parola ha lo stesso significato, come avvenisse una *speciale forma di entanglement quantistico*. Avverbi, aggettivi, verbi, articolo, posizione della parola nella frase...possono ampliarne il significato, come una lente d'ingrandimento, ma la parola (F) ha *invarianza di scala*. Più parole in una frase coerente, formano un discorso:

F1 + F2 + F3 → DISCORSO.

Nel linguaggio umano, non c'è uguaglianza di significato tra **F1, F2, F3**...La loro unione e sommazione in una frase compiuta, si anima di un movimento interiore e senza fine che allontana ogni F dalla propria identità originaria. Perfino la radice e il tema verbale cambiano valenza. Perché abbia un significato preciso, una frase compiuta conterrà F che si rinviano l'uno all'altro come nel raddoppiamento a specchio. Da questa reciprocità, nasce il senso più o meno oggettivo di una frase compiuta: la parola (F) vi prenderà figurazione e assumerà il ruolo della comunicazione.

Nel linguaggio umano, la parola ha dunque la stessa ambivalenza e ambiguità della Ψ (funzione d'onda) di Schrödinger in fisica quantistica? La Ψ a fondamento del linguaggio umano? Irreale realtà?

La scrittura alfabetica è già di per sé duplicazione poiché rappresenta non il significato, ma gli elementi fonetici che lo specificano e ne danno il significato.

Invece, l'ideogramma, rappresenta direttamente il significato all'infuori dal sistema fonetico che è un modo diverso di rappresentazione.

Nell'eloquio, i pensieri devono essere tradotti in rappresentazioni linguistiche (un'impresa non da poco) da inviare ai meccanismi del linguaggio, capaci di coordinare, avviare, modificare ed eseguire l'articolazione di una comunicazione verbale.

Il linguaggio umano è virtuale autorappresentazione e raddoppiamento speculare. La parola non indica la cosa in sé. La parola è rappresentazione mentale di chi ascolta. Il linguaggio umano non farebbe altro che avanzare più profondamente nell'impalpabile spessore dello specchio, suscitare il doppio di questo doppio immaginifico, scoprire così un infinito possibile e impossibile. Il linguaggio persegue senza fine la parola, mantenendola al di là di un suo significato obiettivi. Il linguaggio umano è scorrimento di un mormorio fluttuante nella sua radicale ambiguità.

Con la MRI durante l'esecuzione di attività linguistiche diversificate, Ardila A. et al., (2016) dimostrano l'esistenza di due diverse reti linguistiche, oltre ad una terza accessoria:

- Un sistema di ricezione-comprensione del linguaggio che include l'area di Wernicke centrale, per il riconoscimento delle parole: BA21, BA22, BA41 e BA42, oltre a un'area marginale, definita area di Wernicke estesa: BA20, BA37, BA38, BA39, BA40 coinvolta nelle associazioni linguistiche (associazioni di parole).
- Un sistema di produzione del linguaggio: complesso di Broca: BA44, BA45, BA46 e BA47, oltre a una parte di BA6 principalmente la sua parte motoria supplementare mesiale, protesa verso i gangli della base e verso il talamo.
- Gli autori ipotizzano anche il coinvolgimento dell'INSULA (BA13) nel coordinamento di questi due sistemi linguistici.

Ibrahim A.V. et al, (2024), evidenziamo alcuni aspetti inerenti la struttura frattale, sottostante al linguaggio umano e le possibili interconnessioni col comportamento intelligente degli LLM (MODELLI LINGUISTICI DI GRANDI DIMENSIONI). Gli a.a. ipotizzano che gli LLM possano bilanciare contesti di frasi a breve e lungo termine, tramite la struttura autosimilare del linguaggio. Al contrario, la dipendenza a lungo raggio del linguaggio umano sarebbe quantificabile, tramite il parametro Hurst. L'analisi comparativa, estesa su diversi domini e architetture di modelli di frasi, rivela che i parametri frattali vi sono generalmente robusti.

Linguaggio animale. Il linguaggio animale non è paragonabile al linguaggio umano. Tra i primati, i cercopitechi verdi (*Chlorocebus pygerythrus*) producono tre distinti richiami di allarme in risposta alla presenza di serpenti, leopardi e aquile. Diverse specie di pappagalli imitano i suoni umani. Ad alcune grandi scimmie, è stato insegnato a fare gesti del linguaggio dei segni con le mani. Alcune specie di delfini sembrano avere una varietà di motivi sonori ripetitivi (clic), correlati alla caccia, o al raggruppamento sociale. Si tratta di forme di comunicazione animale simboliche: usare un suono per sostituire un oggetto o un'azione. Nel *linguaggio* animale, mancano prove di composizionalità, o forme di comunicazione davvero generative e creative in cui parlanti e ascoltatori si scambiano informazioni.

La comunicazione animale non umana è limitata ad atti strumentali, ripetitivi per uno scopo specifico, privi di qualsiasi struttura grammaticale formale e spesso spiegabili in termini di comportamenti evoluti cablati, o come semplice apprendimento associativo. La maggior parte del linguaggio dei segni delle scimmie, ad esempio, riguarda le richieste di cibo.

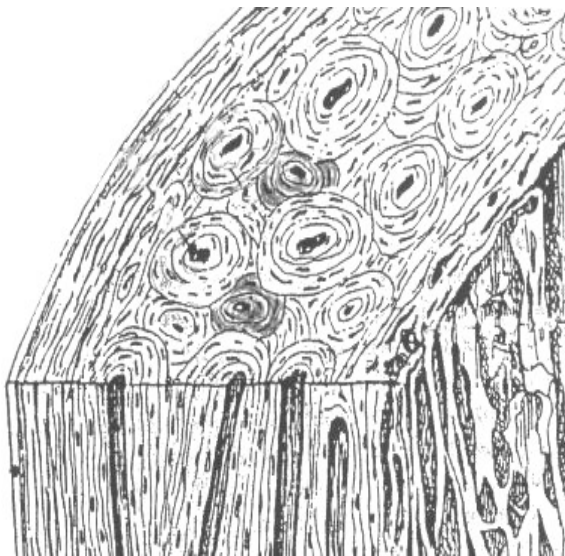
32) Interazione gravitazionale

La nuova branca della scienza biologica, la biologia quantistica, descrive la materia vivente simile ad altre materie non viventi in termini di composizione a partire dalle due particelle fondamentali (FP), le stringhe e le singolarità con le loro caratteristiche binarie. I due FP compongono le particelle subatomiche. Per Kassiantchouk (2023), il Tempo è costituito da fluttuazioni quantistiche e la Gravità (g) è una spinta (o una differenza di spinte) derivante dalle fluttuazioni quantistiche. La forza di gravità regola l'intima struttura delle ossa, nei mammiferi. L'osso vivo è un tessuto che si rinnova continuamente. La gravità terrestre influenza lo sviluppo dell'osso compatto nello scheletro umano, essendo a volte, in modo diretto o indiretto, causa di osteoporosi. L'osteocita agisce da sensore primario dello stimolo meccanico nell'osso, controllando la segnalazione per la crescita e il riassorbimento osseo in risposta ai cambiamenti, circa le richieste meccaniche sulle ossa durante la vita. Le alterazioni nella composizione e nella struttura del tessuto osseo locale, che si verificano con l'osteoporosi, alterano l'ambiente meccanico locale. L'osso compatto è costituito principalmente da strutture cilindriche dette osteoni. Si è visto che in condizioni di microgravità, il cambiamento nel microambiente meccanico degli osteociti è la causa principale della perdita ossea negli astronauti durante i voli spaziali.

Osteoblasti e osteociti rimodellano l'osso in risposta al carico meccanico. Il rimodellamento osseo è un processo adattivo: riassorbimento e formazione ossea s'integrano, regolando l'omeostasi ossea. La sinergia degli osteoblasti e degli osteoclasti regola dunque la formazione e il riassorbimento osseo. La superficie ossea inattiva è rivestita da resti di osteoblasti appiattiti che, come una membrana, rilevano ormoni e carichi meccanici, avviando il rimodellamento osseo. Una volta reclutati nei siti di rimodellamento osseo, i precursori degli osteoclasti circolanti si differenziano in osteoclasti maturi e secernono enzimi, come la catepsina K e la metalloproteinasi per digerire la matrice ossea, ricca di collagene. La degradazione ossea rilascia anche calcio e fattori di crescita, come le proteine morfogeniche ossee (BMP) e il fattore di crescita trasformante β (TGF β). Questi fattori di crescita contribuiscono alla neoformazione ossea. Una volta che le cavità sottostanti hanno raggiunto una certa dimensione, gli osteoclasti demolitori vanno incontro ad

apoptosi, interrompendo il riassorbimento osseo e prevenendo l'eccessiva perdita ossea, Everts V. et al., (2002). I fattori di crescita, liberati dalla degradazione ossea, stimolano la differenziazione delle cellule staminali mesenchimali (MSC) in cellule della linea osteoblastica, inclusi osteo-progenitori, osteoblasti e osteociti. Gli osteo-progenitori e i pre-osteoblasti in maturazione secernono una varietà di proteine della matrice, come il collagene di tipo 1, nonché proteine non collageniche (osteocalcina, osteonectina, sialoproteina ossea II e osteopontina) e proteoglicani, mineralizzati dagli osteoblasti maturi. I preosteoblasti esprimono anche la fosfatasi alcalina (ALP) per la mineralizzazione ossea. Gli osteoblasti, quelli andati incontro ad apoptosi, si differenziano in cellule del rivestimento osseo quiescenti, o si incastonano nella matrice ossea per formare osteociti, che costituiranno una rete canalicolare di processi dendritici. Comunicando con le cellule del rivestimento osseo, **gli osteoblasti e altri osteociti potrebbero influenzare il rimodellamento osseo, in risposta al carico meccanico**, Capulli M. et al. (2014), Gaël Y. et al. (2013).

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, gli *osteoni*. Intorno ad osteoni completi, ce ne sono altri incompleti. Questa differenza strutturale all'interno delle ossa lunghe, tra osteoni completi e 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, a 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 funzione, o meno. Entrambi i campi corticali, destro e sinistro, hanno assemblaggi neuronali con **associazioni scalari multiple** (autosomiglianti e con invarianti parametri di scala). Per quanto concerne gli osteoni, è 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, intensificandosi la forza di gravità sugli arti inferiori. La struttura frattale degli osteoni nelle ossa degli arti inferiori andrà così modificandosi a causa della forza di gravità. Questo rimodellamento continua normalmente per tutta la vita, ma con minore intensità. Un fenomeno simile, ma dovuto a diversi fattori, 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 a un periodo relativamente breve, immediatamente successivo alla nascita. Nell'Uomo e 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. Negli osteoni delle ossa lunghe, avverrebbe il seguente rapporto di similitudine: In base all'intensità di **G** (forza di gravità), ci sarebbe il seguente **rapporto di similitudine** tra due o più osteoni in uno stesso osso lungo: due osteoni sono simili, in lunghezza e larghezza, se la **G** su di essi ha uguale intensità.

Zedda M., (2023) Ha rilevato, da centinaia di sezioni di tessuto osseo Haversiano, il numero di punti di contatto tra il perimetro di un osteone e i vicini: gli osteoni sono piccoli e meglio stipati, occupando meno spazio, se l'impegno funzionale dell'osso è massimo, resistendo così a forti sollecitazioni biomeccaniche. Per Zedda, la loro disposizione spaziale ricorda la congettura di Keplero, che prevede la disposizione ideale delle sfere per occupare il minor spazio possibile. La congettura fu elaborata da Keplero nel XVII secolo per risolvere il problema pratico legato alla necessità di trasportare il maggior numero di palle di cannone su navi da guerra. Al contrario della congettura di Keplero che prevede palle di cannone tutte uguali, in volume e peso, gli osteoni, in un osso lungo normale, possono essere completi, o incompleti solo in base alla legge di gravità.

33) 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 (**g**) 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.

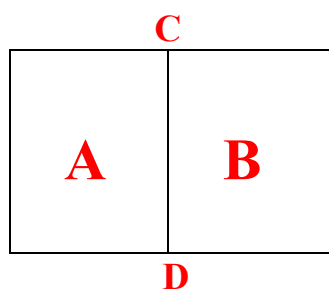
Differenze funzionali.

- 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 (**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 **g** (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.

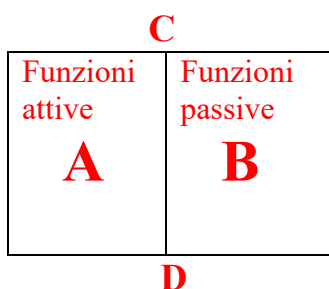
A = funzioni attive: moduli computazionali cerebrali, funzioni specifiche di determinate aree cerebrali (motorie, sensitive ecc.). Una lesione di un modulo cerebrale può avere conseguenze sulla fisiologia di altri organi periferici: visione, eloquio, olfatto, attività motoria....

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 $\zeta 1$.

Schema $\zeta 1$



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) e il *cervello* B (funzioni passive).

34) 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 (vedere schemi ζ e $\zeta 1$).

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 CD esiste come parametro di separazione tra due distinte entità. CD (segmento di separazione funzioni attive/funzioni passive) 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 di CD in questa comparazione. 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 la regolarità frattale delle aree visive primarie umane, entrambe sono strettamente collegate alla fisiologia corporea. La MRIf e 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, l'interazione col mondo si confonde. Ad eccezione di un individuo con cervello normale, le interazioni col mondo sembrano strane se il cervello sbaglia nella corretta interpretazione delle informazioni, come nelle illusioni visive. Tutto ciò dovrebbe far propendere per una funzione esecutiva della macchina cerebrale, (funzioni B): schema ζ.

Amnesso 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 e un sistema bidimensionale, disordinato, caotico e fluttuante 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. L'attrattore del Chaos potrebbe essere la coscienza umana, correlata all'universale **M-CFS?** Quanto più il sistema mentale ha una struttura frattale complessa attigua al Chaos, tanto più è potente il suo attrattore.

35) GRAVITA' E DIFFERENZIAZIONE SCHELETRICA UOMO-SCIMMIA

- La forza di gravità terrestre è l'unico parametro ambientale che accompagna l'evoluzione dell'intera materia vivente. La gravità terrestre ha avuto un impatto determinante sullo sviluppo ed evoluzione del mondo organico. Gli organismi terrestri e marini si sono adattati alla gravità. Variazioni del campo gravitazionale, in qualsiasi direzione, modificano la struttura corporea, lo scheletro, la topografia degli organi interni, il metabolismo energetico e l'ereditarietà.

La biologia quantistica ha fatto emergere un nuovo concetto in riguardo alla posizione spazio temporale degli oggetti, dotati di massa. Un orologio, allacciato alla caviglia, rimarrà indietro rispetto a quello al polso. La mela che cade dall'albero rotola lungo il profilo del Tempo fisico. In base al principio di Mach, l'unità fondamentale del cosmo si manifesta non solo nel mondo infinitesimale, ma anche a livello macroscopico, un fatto sempre più evidenziato dalla cosmologia moderna e dall'astrofisica. Nel corpo umano e animale, la specifica localizzazione spazio-temporale di organi e apparati ne ottimizza le funzioni e sta alla base dell'omeostasi interna. Questa nuova visione del mondo, accentuata dalla biologia quantistica, ha approfondito la comprensione dei meccanismi morfologici, strutturali e funzionali, relazionati a specifiche regioni topografiche dell'organismo vivente. La forza di gravità avrebbe un ruolo determinante nella diversificazione scheletrica UOMO-SCIMMIA, secondo il seguente schema:

UOMO: Neurocranio, maggiore sviluppo. Slancocranio, minore sviluppo.

SCIMMIE: Neurocranio, minore sviluppo. Slancocranio, maggiore sviluppo.

La prensione degli alimenti con gli arti superiori, ha favorito nell'Uomo e nella Scimmia lo sviluppo cranico. L'andatura bipede sulla terra, tipica dell'Uomo, ha ridotto lo sviluppo degli arti superiori, modificato l'articolazione atlanto-occipitale, modificato la clavicola, modificato l'articolazione scapolo omerale, sollevato la base cardiaca verso l'alto, avvicinandola alla base

cranica ed ha favorito lo sviluppo volumetrico del cranio. Infine, solo nell'Uomo, l'arteria carotide comune di sinistra si stacca direttamente dall'arco aortico.

***Homo erectus* → andatura plantigrada → non arboricolo → sviluppo del cervello.**

***Scimpanzè* → andatura clinograda → quadrumane arboricolo → sviluppo del cervelletto.**

Semendeferi e Damasio (2000), effettuarono studi su crani di uomini moderni, di ominidi e scimmie con la MRI. Gli autori affermarono che il **cervelletto** umano era più piccolo rispetto a quello delle grosse scimmie, avendo avuto un piccolo incremento volumetrico durante l'evoluzione. Ciò suggerisce che ci sia stato poco differenziamento cerebellare tra Uomo e grosse scimmie. L'incremento cerebellare delle scimmie può rapportarsi al fatto che sono specie quadrumani, con vita arboricola. In particolare nell'Uomo, c'è la massima diversificazione funzionale dei due arti superiori, collegata a:

- **Numero delle dita.**
- **Pollice opponente.**
- **Radio-ulna separati.**

Solo nell'Uomo rispetto agli altri mammiferi, scimmie compreso, dall'arco aortico si originano tre vasi:

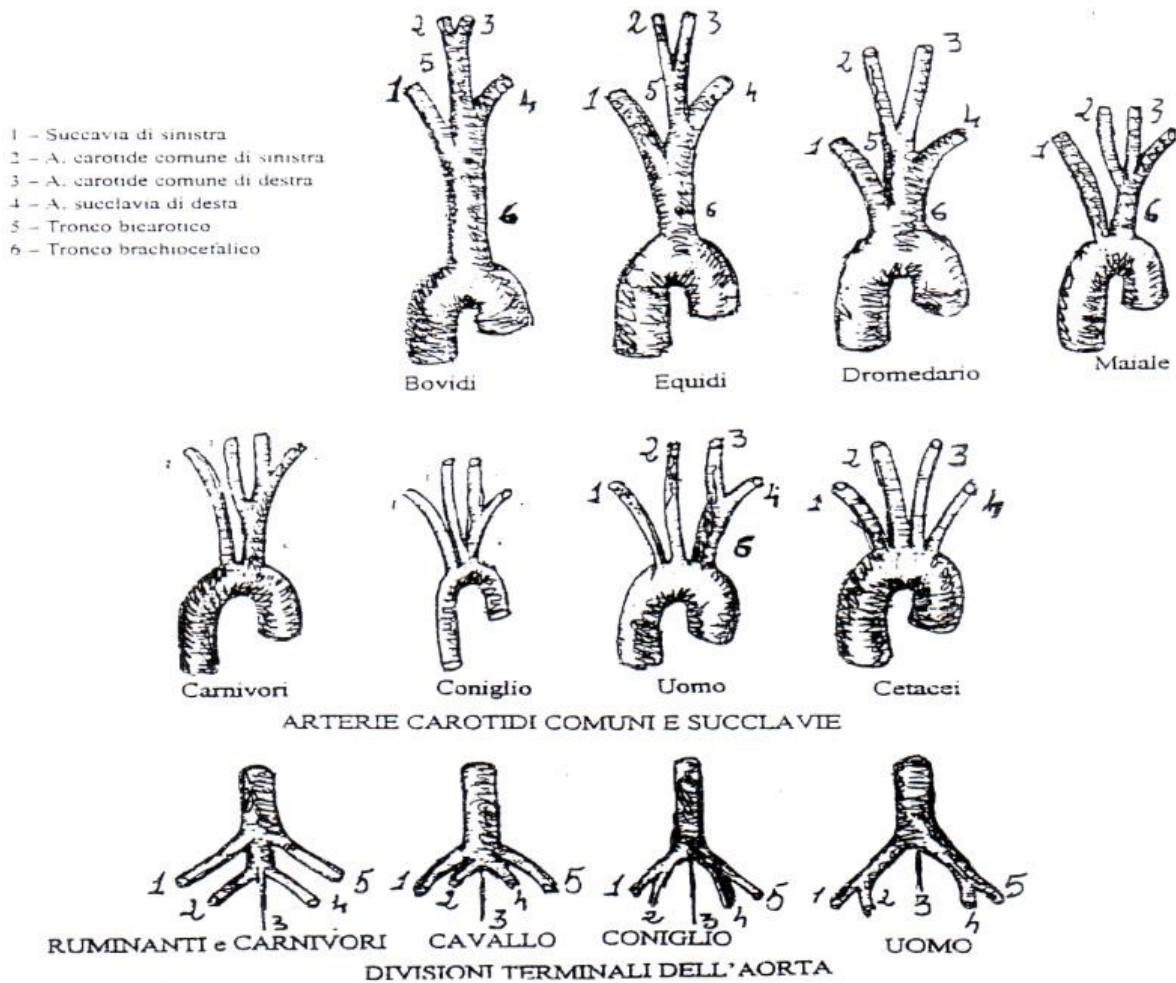
- **Succlavia di sinistra**
- **Carotide comune di sinistra.**
- **Tronco brachiocefalico comune (arteria anonima).**

Al contrario che nelle scimmie dunque, nell'Uomo succlavia di sinistra e carotide com. di sinistra non sono mai unite in unico tronco.

36) FORZA DI GRAVITA' E VOLUME CRANICO - La forza di gravità (G) è il prodotto della massa m per la costante di accelerazione gravitazionale g (pari a $9,8 \text{ m/s}^2$). Per esempio, la tibia umana potrebbe sopportare 90 volte g prima di sgretolarsi. Qui di seguito, le modificazioni morfologiche e strutturali delle principali arterie nell'Uomo e in alcune specie di mammiferi, correlate alla forza di gravità che, in ultima analisi, ne condiziona l'emodinamica.

ASIMMETRIE DELLE ARTERIE DELL'ARCO AORTICO IN ALCUNI MAMMIFERI E SIMMETRIA DELLE ARTERIE ILIACHE ESTERNE, IN RAPPORTO ALLA FORZA DI GRAVITA' CHE NE CONDIZIONA IL FLUSSO SANGUIGNO E LA CINESTESIA.

Arteria Iliaca esterna; 2) Arteria Iliaca interna; 3) Arteria Sacrale media.

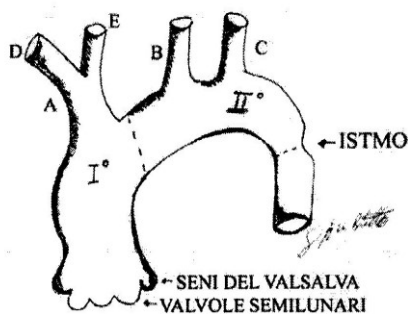


A differenza delle arterie destinate alla testa, le iliache esterne irrorano gli arti pelvici e sono simmetriche, in particolare negli equini, dove il legamento coxo-femorale accessorio, impedisce i movimenti di abduzione. Nella specie umana, l'arteria iliaca esterna di destra è più grossa nei calciatori che calciano il pallone col destro. Inoltre contenute nella scatola cranica, le arterie cerebrali sono terminali. Le arterie degli arti posteriori invece si anastomizzano riccamente, anche con rami di lontana provenienza come tra le mammarie (vacca, pecora e capra) – e con rami della femorale.

SPECIE	LOCOMOZIONE	POSTURA	STAZIONE	NUMERO DITA MANO	NUMERO ARTERIE DELL'ARCO AORTICO
Homo s.	Bipede	verticale	plantigrada	5	1 + 2
Scimmie	quadrumane	obliqua	plantigrada	5	1 + 1
Coniglio	quadrupede	orizzontale	plantigrada	5	1 + 1
Carnivori	quadrupede	orizzontale	=	5	1 + 1
Maiale	quadrupede	orizzontale	=	4	1 + 1
Rinocer.	quadrupede	orizzontale	=	3	1 + 0
Bovini	quadrupede	orizzontale	=	2	1 + 0
Equini	quadrupede	orizzontale	=	1	1 + 0
Cetacei	=	=	=	0	0 + 4

Nell'Uomo, succlavia di sinistra e carotide com. di sinistra non sono mai unite in unico

tronco. Nei cetacei mancano arti anteriori, ma pinne e manca il tronco brachiocefalico comune.



← ARCO AORTICO NELLA SPECIE UMANA DIVISO IN DUE PARTI. Solo nell'Uomo, l'arteria carotide comune di sinistra si origina dall'arco aortico nella sua parte apicale.

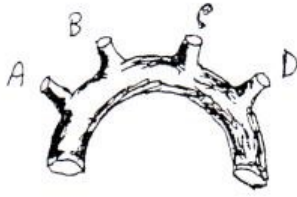
A – Tronco brachioc. Comune.

B – A. Carotide com. sin.

C – A. succlavia sinistra.

D – A. succlavia dx.

E – A. Carotide comune dx.



Nei Delfini, essendo gli arti anteriori trasformati in pinne con movimenti limitati e con omologhe funzioni, le due arterie succlavie hanno origine e direzione simmetrica. La pressione sanguigna, se il sistema fosse statico, sarebbe leggermente superiore in A (arteria succlavia di sinistra) rispetto a D (arteria succlavia di destra). I delfini nuotano in acqua e il corpo oscilla, fa giravolte e tuffi: le pressioni ematiche in A e in D tendono a uniformarsi. Nel delfino, la derivazione simmetrica delle arterie succlavie (nello schema sono indicate con le lettere A e D) direttamente dall'arco aortico è conseguente all'assenza, sia del tronco brachiocefalico comune, sia dell'arteria brachiocefalica. Di conseguenza, le due arterie carotidi comuni (B e C) si staccano anch'esse dall'arco aortico. Queste arterie carotidi interne, originatesi dalle carotidi comuni, si occludono per lasciare il posto alle arterie afferenti le reti mirabili che meglio controllano il flusso sanguigno cerebrale, evitando eccessive pressioni sistoliche. Il Delfino ha ben sette reti mirabili encefaliche, servite da circa ottocento arterie in parallelo. Le reti mirabili del Delfino sono frapposte tra cuore e cervello. Il coniglio ha cinque dita, è plantigrado e la succlavia di sinistra si stacca dall'arco aortico. Nel Coniglio, la carotide comune di sinistra origina dal tronco brachiocefalico comune, vicino all'arco aortico. Nell'Uomo la diversificazione funzionale degli arti superiori, più accentuata rispetto alle altre specie, è diametralmente opposta ai delfini, accompagnata dall'origine diretta dall'aorta della carotide e succlavia di sinistra. In base alla forza di gravità, condizioni più favorevoli allo sviluppo cranico ebbero alcuni delfini, oggi estinti dell'Eocene (*Dorotum atrox*), rispetto agli attuali. Aspetti simili si verificarono con Homo di Neanderthal (volume cranico di oltre 1400cc), rispetto ad Homo Sapiens sapiens (vol. 1350 cc.). In modo diretto, o indiretto (disposizione scheletrica, andatura plantigrada, prensione degli alimenti con gli arti anteriori...) la forza di gravità è stata determinante nell'evoluzione, in particolare per quanto concerne lo sviluppo cranico in tutti i mammiferi. Il numero delle arterie che si originano dall'arco aortico nelle varie specie di mammiferi sembra collegato non tanto a quello delle dita, ma alla diversificazione funzionale dei due arti anteriori (o superiori). **E' la dinamica funzionale degli arti superiori a condizionare il numero delle arterie dell'arco aortico.** Nell'Uomo come ampiamente è stato detto, c'è la massima diversificazione funzionale a livello dei due arti superiori collegata a:

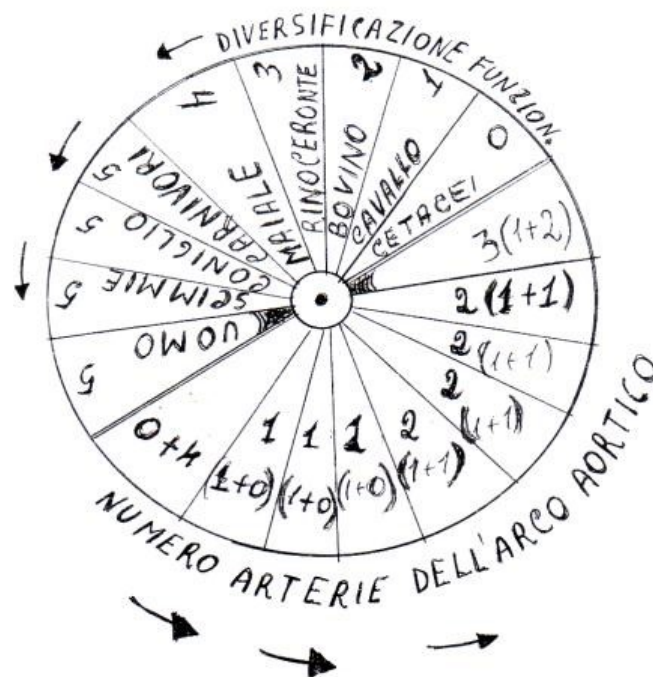
- Numero delle dita.
- Pollice opponente.
- Radio-ulna separati.

Solo nell'Uomo si originano tre vasi:

- Succlavia di sinistra
- Carotide comune di sinistra.
- Tronco brachiocefalico comune (arteria anonima).

La maggior parte delle ricerche scientifiche dimostra l'esistenza di una forte correlazione tra dominanza arteriosa asimmetrica e manualità. Di conseguenza, lo sviluppo vascolare asimmetrico potrebbe essere più strettamente associato al *grading* vascolare. Generalmente, l'arteria vertebrale si origina dall'arteria succlavia, ma l'arteria succlavia destra deriva dalla brachiocefalica, mentre l'arteria succlavia sinistra dall'arco aortico. La struttura vascolare influenza lo stato emodinamico del vaso, che a sua volta influenza lo sviluppo vascolare. Pertanto, la velocità media del flusso nell'arteria carotide sinistra è significativamente più elevata di quella nell'arteria carotide destra (Cagnie et al., 2006 & RODRIGUEZ-HERNANDEZ-S.A. et al., 2003).

FIG. 30



Cetacei: 0 + 4; Uomo: 3 (1 + 2); Scimmie: 2 (1 + 1); Coniglio: 2 (1 + 1); Carnivori: 2 (1 + 1); Maiale: 2 (1 + 1); Rinoceronte: 1 (1 + 0); Bovino: 1 (1 + 0); Equino: 1 (1 + 0).

Le frecce indicano la rotazione spazio temporale, connessa alla forza di gravità terrestre che ha condizionato l'evoluzione e il numero delle arterie dell'arco aortico e il numero delle dita negli arti superiori (anteriori).

Koupernik (1952), e Kaplan (1953), affermano che la mano è organo corticale, rilevando la grande estensione della zona di rappresentazione senso-motoria corticale in confronto alle reali dimensioni della mano. La zona del pollice è molto più ampia di quella delle altre dita. La mano è uno dei mezzi più importanti per il bambino che gli permette l'acquisizione d'impressioni del mondo esterno. Nella sua pelle, nei muscoli e tendini, sono localizzate terminazioni nervose di almeno sette forme di sensibilità. Dal punto di vista motorio, la mano ha importanti peculiarità come la grande libertà di azione dovuta alla mobilità delle tre articolazioni dell'arto superiore, cui si aggiunge l'azione rotatoria del radio sull'ulna a livello dell'avambraccio. Nelle scimmie inferiori, il carpo è costituito da nove ossa, mentre nello scimpanzè e gorilla ce ne sono otto, il che sembra favorire l'attività del pollice. Nel bambino neonato nell'atto della presa, l'entrata in azione del pollice è molto tardiva rispetto alle altre quattro dita. Per quanto riguarda il carpo, è noto che l'Uomo attraversa una fase embrionale in cui il carpo ha nove ossa, per l'esistenza del cosiddetto *osso centrale* che scompare fondendosi con lo scafoide. Nell'adulto, il carpo è dunque composto da otto ossa. È stato notato che nelle scimmie la escissione dell'area 6 comporta una risposta di prensione al solo stimolo tattile, mentre l'ablazione dell'area 4 e 6 non comporta alcuna risposta.

Le aree Brodman 44 e 45 descritte nell'Uomo, sarebbero presenti anche nel macaco. Aboitz e Garcia (1997), Goldman-Rakic et al. (2000), affermano che solo l'area 45 c'è nel macaco in prossimità del solco arcuato inferiore. Invece Barbas e Pandya (1989), non descrivono un'area 45 nel macaco, forse considerata nelle aree pre-motorie 6 e 8. Nell'Uomo le aree pre-motorie 6 e 8 sono adiacenti alle 44 e 45; inoltre l'area di Broca – area ventrale 6 nella scimmia – è considerata una differenziazione della regione ventrale.

37) Le reti mirabili del delfino. Nel Delfino, tra cuore e sistema nervoso centrale, esistono ben sette reti mirabili originate da oltre 800 arterie afferenti. Per A.W. Vogl e H.D. Fisher (1981), le reti mirabili dei delfini sarebbero strutture polifunzionali collegate tra l'altro, all'abilità del tuffo. Le reti mirabili nel Delfino comunque danno supporto sanguigno al cervello, cervelletto e midollo spinale nelle regioni lombari, toraciche, del collo e della testa. Sono:

1. Rete toracica: è diffusa all'interno della fascia endotoracica, lungo la parete dorsale toracica ed è la componente più vasta del sistema delle reti arteriose. L'afflusso sanguigno è dato dai rami dorsali delle intercostali (aa. intercostali dorsali). La rete toracica si estende lateralmente fino all'angolo delle costole. Cranialmente, si continua con le reti del collo e caudalmente con quelle della regione lombare. Ventralmente, è collegata alle pleure. Le connessioni dorsali includono i muscoli intercostali, i corpi vertebrali e caudalmente l'origine dei muscoli pelvici. Importanti collegamenti della rete toracica passano nei fori intervertebrali per collegarsi alla rete vertebrale, dentro il canale neurale.
2. Rete cervicale: è distinta in tre porzioni, ventrale, laterale e dorsale. La rete cervicale ventrale è uno dei prolungamenti cefalici della rete toracica. Anteriormente, s'estende fino all'articolazione atlanto-occipitale e lateralmente verso i muscoli scaleni. In questo punto, è delimitata dall'arteria cervicale ascendente. Dalla rete ventrale, partono numerosi rami che attraversano i fori cervicali intervertebrali per collegarsi alla rete vertebrale. Lateralmente, si anastomizza coi vasi della porzione laterale della rete cervicale. La rete laterale è compresa tra le masse dei muscoli scaleni. Caudalmente, si continua con la rete toracica e ventralmente con la rete cervicale ventrale. I prolungamenti della rete attraversano i fori intervertebrali e si collegano con la rete vertebrale. La parte dorsale cervicale è in rapporto cogli archi neurali delle vertebre cervicali, coi muscoli e legamenti di questa regione.
3. Rete lombare: sta sotto le vertebre lombari, a contatto con la fascia iliaca, al di sopra dell'aorta. Continua la rete toracica e attraverso i fori intervertebrali anche la rete vertebrale.
4. Rete vertebrale: è un fitto plesso non collegato alle arterie vertebrali che nei Cetacei sono assenti. E' una rete epidurale; tramite i fori intervertebrali è collegata con le restanti reti. La rete vertebrale ha vasi direttamente dall'aorta addominale. Dalla rete vertebrale, prendono origine vasi efferenti che irrorano il midollo spinale.
5. Rete craniale: la rete craniale collega la rete vertebrale ad un piccolo plesso (rete carotidea), situata alla base del cervello da cui traggono origine le arterie vertebrali. Non appena i vasi della rete vertebrale s'avvicinano al grande foro occipitale, assumono una posizione ventrale, al di sotto del midollo allungato e del bulbo. Tali vasi si continuano all'interno del cranio, attraversando il grande foro occipitale; passano lateralmente al di sopra degli emisferi cerebrali all'interno dei seni venosi della regione; circondano i lobi temporali e si anastomizzano medialmente con la rete carotidea.
6. Rete carotidea: la rete mirabile carotidea s'estende all'interno della dura madre laterale, circondando l'ipofisi. Insieme coi vasi della rete craniale, è collegata ventro lateralmente alla carotide interna vestigiale (occlusa) e in alcuni casi, può avere comunicazioni con l'arteria mascellare mediante le piccole arterie meningee. Strutture collegate alla rete carotidea includono i nervi cranici, la ghiandola ipofisi e le vene del seno cavernoso. Dalla rete carotidea prendono origine quattro arterie che attraversano la dura madre formano il Poligono di Willis ed apportano sangue al cervello. Inoltre, alcuni rami di tale rete si estendono lungo i nervi ottici e gli altri nervi dell'orbita.
7. Rete oftalmica: questo plesso arterioso (rete mirabile oftalmica) è in rapporto con il nervo ottico, irrorando la retina e le rimanenti strutture dell'orbita.

Nel Delfino, c'è assenza delle arterie vertebrali e manca un'arteria tra l'aorta (o la carotide comune) e Poligono di Willis che oltrepassi a ponte le reti mirabili per dare un apporto cinetico al sangue cerebrale, come in alcuni mammiferi di terra, per esempio nei felini...

La funzione di fornire energia cinetica aggiuntiva al flusso sanguigno cerebrale è sostituita dai muscoli peri-rete e dall'azione del vasto contingente di muscolatura liscia intramurale, propria delle reti mirabili encefaliche.

Vogl, A.W., Fisher H.D., (2005) hanno effettuato uno studio di anatomia macroscopica e microscopica sulle arterie carotidi interne nei Monodonti (ordine dei Cetacei), dimostrando che questi vasi non danno un apporto diretto di sangue al cervello. La ricerca è stata effettuata su due specie di cetacei: *Delphinapterus leucas* e il *Monodon monoceros*. Le arterie carotidi interne formano le reti carotidiche alla base cranica. Una singola grossa arteria cervicale da entrambi i lati dà supporto sanguigno sia alla rete cerebrale che ai muscoli pre vertebrali. Non ci sono branche cervicali. A livello della regione auricolare, la carotide interna, con spessa parete muscolare e fibrosa, ha un esile lume. Oltre questa zona, il lume del vaso è del tutto oblitterato.

Comunque gli Autori ipotizzano l'esistenza di attività vasomotorie, regolate da catecolamine ed altri agenti vasoattivi. Nei delfini, c'è asimmetria tra le reti mirabili nei due versanti. Quella di destra è di circa 1/3 della controlaterale, Lori Marino (2000).

Ridgway et al. (1987), affermarono che nei *Tursiopi*, la corteccia dell'emisfero destro ha un'area superficiale più ampia della controlaterale. Ciò del resto è evidente in tutti i mammiferi.

Kilian et al. (2000), sostengono l'esistenza di lateralizzazioni nelle funzioni visivo - spaziali del delfino naso di bottiglia (*Tursiops truncatus*).

Kaiser D.A. (1990), lascia intendere che nei mammiferi la citoarchitettura neo-corticale dipenda dall'ambiente terrestre, acquatico o arboricolo in cui una determinata specie si è evoluta.

Considerazioni generali sui delfini. Da un punto di vista citoarchitettonico il cervello dei delfini sembrerebbe in alcuni aspetti, diametralmente opposto a quello umano. Inoltre nei cetacei in genere, il cervello mostra una notevole specializzazione e indipendenza in ciascun emisfero. I delfini mostrano una preferenza nell'uso dell'occhio destro durante l'osservazione di stimoli nuovi, o sconosciuti. Il chiasma ottico è completamente incrociato in tutti i cetacei e ciò comporta l'assenza di fibre chiasmatiche non crociate (unidirezionali), quindi un grado d'indipendenza nel controllo e uso di dati provenienti dai due occhi. Questo sarebbe indice di elevata autonomia e specializzazione emisferica. Nei delfini, il corpo calloso è relativamente molto piccolo.

38) ANATOMIA COMPARATA

1. Uomo. C'è sviluppo neurocranico e riduzione dello splancnocranio. Dentizione onnivora. Nel corso dell'evoluzione umana, si è avuta riduzione del numero e volume degli incisivi. La mandibola si è arrotondata e ridotta. Il collo è corto con disposizione quasi verticale rispetto al tronco.

2. Delfini. Si sono evoluti da almeno 50 milioni di anni fa da mammiferi terrestri che forse rassomigliavano agli ungulati artiodattili viventi attualmente, come bovini e suini. Come i ruminanti, le ossa parietali occupano le parti laterali della cavità cranica e sono poco estese. I frontali, pur estesi in senso oro – aborale, non sono piatti come nel Bovino, ma con convessità anteriore. I seni paranasali, in particolare quelli frontali, sono molto ridotti. Le vertebre cervicali sono appiattite in senso anteroposteriore ed il collo nei delfini è corto e poco mobile.

3. Ruminanti. Nel bufalo, gnu, bisonte, cammello, pecora, capra... le ossa frontali sono molto sviluppate in senso oro – aborale ed in alcune specie si prolungano lateralmente nei processi cornuali. In un Bovino, i seni frontali sono estesi, continuandosi nella squama dell'occipitale e nei

processi cornuali (animali cavicorni). Le ossa parietali sono spostate lateralmente all'interno della fossa temporale e ridotte in estensione. I denti incisivi sono presenti solo a livello dell'arcata alveolare inferiore. Criteri progettuali conflittuali avrebbero impedito nei ruminanti in genere, lo sviluppo del neurocranio così come è avvenuto per l'Elefante e per il Delfino, (Kauffman, 2001).

4. Equini. Il cranio è più allungato in senso oro-aborale rispetto a quello di Bovino. I frontali sono meno sviluppati rispetto ai ruminanti e assenti i processi cornuali. I seni frontali sono meno estesi e le ossa parietali disposte superiormente a formare la volta della cavità cranica. I denti incisivi sono molto sviluppati, presenti sia nell'arcata superiore che inferiore. I canini sono spesso presenti nell'animale di sesso maschile. Il collo ha vertebre più lunghe che nei ruminanti. La testa di ciascuna vertebra cervicale è globosa con collo lungo. La cavità glenoidea della vertebra antistante in cui la testa s'inserisce è più profonda. Il collo di Equino ha movimenti ampi.

5. Suini. Le ossa parietali del cranio sono ampie e disposte sulla sommità della cavità cranica, tra frontali ed occipitale. La fossa parietale è ampia. I frontali sono piatti e tendono a formare un unico complesso con le ossa nasali. Queste ultime sono sviluppate ed allungate in senso oro – aborale. È presente un osso del grugno, davanti ai nasali. I denti incisivi, presenti nell'arcata superiore ed inferiore, sono poco sviluppati. I canini sono molto allungati e soggetti a crescita continua. I molari hanno ampia superficie masticatoria. È una dentizione tipica di una dieta onnivora.

6. Carnivori. In particolare nei felidi e canidi, le ossa frontali sono poco sviluppate. La fossa temporale è ampia. I parietali sono estesi. I denti incisivi sono poco sviluppati. Notevole è l'accrescimento dei canini. Nel Gatto, il cranio è più arrotondato in particolare a livello dello splancnocranio. Le ossa parietali sono convesse sulla superficie esterna. Nel Cane, il cranio è nel complesso più allungato in senso oro – aborale. Le ossa nasali sono lunghe. Il collo di solito è più lungo e mobile nei felidi. Il legamento nucale manca della porzione laminare.

7. Conigli. Il Coniglio ha il cranio più allungato e stretto rispetto al Gatto. Il Coniglio è un roditore duplice dentato. I denti incisivi superiori sono quattro, di cui due addossati dietro agli anteriori. Questi ultimi sono soggetti a crescita continua. Il Coniglio ha cinque dita, è plantigrado e la succlavia di sinistra si stacca direttamente dall'arco aortico. La carotide com. di sin. origina dal tronco brachiocefalico comune, vicino all'arco aortico.

8. Porcospino (riccio). Il riccio ha cranio allungato e cervello piccolo. Le ossa mascellari sono sviluppate e la bocca ha 36 denti, due dei quali sono incisivi, sviluppati e taglienti. La carotide comune di sinistra origina insieme al tronco brac. com. come nel Coniglio. Il tronco bicarotico è assente, (Atalar et all., 2003).

Cranio. Aspetti comparativi. Nei mammiferi, le ossa craniche di destra e di sinistra presentano asimmetrie più o meno marcate. Il lobo destro del cervello ha maggiore area di superficie rispetto al sinistro. Anche la cavità cranica del lato corrispondente è più ampia. Oltre che come stazione ricevente le sensazioni dal mondo esterno, il cranio di alcuni mammiferi ha altre funzioni come quella di difesa-offesa e prensile. La funzione di difesa-offesa è localizzata nei ruminanti a livello delle ossa frontali, plasmate a mo' di scudo, molto estese in senso oro – aborale e prolungatesi in genere, nei processi cornuali. Queste caratteristiche si riscontrano soprattutto nei bovini, nei bisonti, gnu e in alcuni piccoli ruminanti come pecore e capre. Nei bovini il cranio è tozzo, piramidale e compatto. L'impalcatura dei seni frontali, molto estesi, permette al cranio di sostenere urti brevi e forti, come quando gli animali lottano tra loro nella stagione degli amori o quando devono difendersi dai predatori. I bovini, in particolare quelli che pascolano nella savana, quando devono difendere la prole allattante dagli attacchi dei predatori, si dispongono l'uno accanto all'altro, a formare una specie di muro. Gli animali abbassano il cranio verso terra, mettendo ben in mostra le corna. Questo comportamento in genere scoraggia i predatori che per evitare di essere feriti nelle loro incursioni attaccano in genere di sorpresa. Nei suoi attacchi se un predatore è ferito, sia pur in modo leggero, è la fine. Non potrà usare la corsa per uccidere la preda, se zoppica. I predatori, se i bovini ed i bufali non si spaventano e fuggono davanti a loro, rinunciano di solito all'aggressione.

Gli equini fanno dell'andatura veloce un'arma e l'ampiezza toracica facilita la ventilazione sanguigna e l'ossigenazione dei tessuti durante la corsa. Esistono pure ruminanti come gli gnu in grado di percorrere decine di chilometri, correndo di continuo. In questi animali, c'è andatura costante di corsa, ma meno veloce dei cavalli. Un altro ruminante, il bisonte americano fa della corsa e della mole massiccia del corpo un valido mezzo per sfuggire agli attacchi dei predatori, ma è superato in velocità dal Cavallo. La velocità come arma di difesa, ha comportato nel Cavallo, a differenza del Bovino, alcune modifiche a livello cranico. Negli equini il frontale non ha funzione di sistema di difesa-offesa, di conseguenza ha sviluppo limitato ed il parietale occupa la volta cranica. Negli equini, i seni frontali sono meno estesi. La riduzione dei seni frontali ha comportato una maggiore estensione della cavità cranica e aumento del volume cerebrale.

Nei delfini si verificò, nel corso della loro evoluzione, un fenomeno analogo: riduzione dei seni frontali e aumento della capacità cranica. Le differenze dell'impalcatura cranica sembrano riflettersi anche nel comportamento animale. Il cavallo, attaccato da un predatore, corre e dà calci (negli zoccoli è localizzata un'ottima arma di difesa-offesa) e alza testa e collo. Il Bovino, se attaccato e deve difendere la prole, resta fermo, abbassa la testa con le corna contro l'aggressore. Se il ruminante si mette a correre, in genere abbassa un po' il cranio con le corna dirette in avanti (Bisonti).

Cervello umano - Precisazione. Il cervello umano ha un elevato grado di variabilità nella distribuzione regionale e nella forma tra gli individui, con differenze osservate anche tra i sessi e le etnie. Inoltre, il volume cerebrale si riduce con l'età, in particolare dopo i 60 anni.

Om Biju Panta et al., (2023) forniscono questi dati medi sul volume cerebrale medio umano. Il volume intracranico medio di 285 pazienti con risonanza magnetica normale era $1286,30 \pm 129,88$ cc ($1271,22-1301,38$, 95% CI). L'età media della popolazione era $39,52 \pm 14,09$ anni. Su 285 pazienti, 190 (66,67%) erano donne mentre 95 (33,33%) erano uomini. L'età media degli uomini era $38,49 \pm 15,18$ anni e quella delle donne era $39,95 \pm 13,41$ anni. Il volume cerebrale totale medio negli uomini era $1205,41 \pm 125,64$ cc e nelle donne era $1089,55 \pm 101,50$ cc.

39) Campi quantici e Mente – I neuroscienziati affermano che il cervello umano funziona secondo le classiche leggi della fisica e della chimica, ma i processi cerebrali di base sono regolati dalla meccanica quantistica. Fenomeni di entanglement avverrebbero tra neuroni corticali, dove emergerebbe la coscienza umana. Per gli scienziati Zhi G. e Xiu R. (2023), una nuova interpretazione della fisica quantistica spiegherebbe l'emergenza della coscienza umana. Per Zhi e Xiu, esisterebbe un campo di vibrazione quantistico universale che produrrebbe sincronia su larga scala, quasi istantanea, delle onde cerebrali tra diverse parti del cervello, del corpo, delle persone e degli oggetti. Nel loro studio, Zhi e Xiu spiegano la correlazione tra le Risonanze di Schumann e alcune onde cerebrali. I recenti progressi nella teoria dell'informazione quantistica, in particolare per quanto riguarda l'entanglement quantistico e il codice di correzione degli errori quantistici, vengono applicati allo studio della memoria e gettano nuova luce nel campo delle neuroscienze. La decoerenza (separazione tra regime quantistico e regime classico) esiste nel cervello e in ogni cosa osservata in natura, ma ciò che conduce alla coscienza e alla vita in generale è la struttura stabile, l'ordine, la connessione, la correlazione e la coerenza da cui si origina anche l'esperienza cosciente: stabili strutture atomiche, molecolari, cellulari e altre fisse strutture interne nel cervello e nell'intero corpo. La stabilità di queste strutture è di certo molto più forte della decoerenza e dei suoi effetti. Se ciò non fosse, non ci sarebbero atomi, molecole, cellule, cervelli, corpi, o vita stabili.

Per Zhi e Xiu, similmente ai fenomeni quantistici, la coscienza emerge se si applicano i propri rilevatori interni per ricevere vibrazioni, informazioni, energia e materia, relative a un oggetto o a un fenomeno. Ogni oggetto ha rilevatori unici, determinati dalle possibili vibrazioni che il suo spettro può assorbire o emettere. Si possono calcolare i rilevatori di un oggetto, cioè il suo spettro,

utilizzando la fisica quantistica. Ad esempio, è possibile calcolare la funzione d'onda dell'atomo di idrogeno. La struttura di un atomo di idrogeno determina i possibili stati energetici quantistici. Quando l'energia di una vibrazione è uguale alla differenza di energia tra i due possibili stati di un atomo di idrogeno, la vibrazione è da esso assorbita. Questo processo è chiamato "risonanza" nella fisica quantistica. Dalla funzione d'onda, si possono calcolare le possibili vibrazioni con cui un atomo di idrogeno entra in risonanza. Un atomo più grande dell'idrogeno avrà più vibrazioni "possibili" nel suo spettro, potendo risuonare e assorbire più vibrazioni. Quando gli atomi formano molecole, quando le molecole formano cellule, quando le cellule formano organi e quando si formano altre strutture interne, gli spettri e i rilevatori si espandono per includere una gamma più ampia di frequenze che possono essere assorbite ed emesse. Man mano che si forma ogni struttura aggiuntiva, lo spettro e i rilevatori della struttura originale rimangono più o meno gli stessi e vengono aggiunti nuovi spettri e rilevatori per formare spettri e rilevatori complessivi più ricchi.

Per Zhi e Xiu, le vibrazioni quantistiche si estendono nello spaziotempo. Sono i costituenti fondamentali di tutto. Esistono da sole, non portate da alcunché. Ad esempio, un fotone è un campo quantistico. Un fotone è una particella e un'onda elementare. Esistono anche vibrazioni "classiche" trasportate dalla materia. Ad esempio, il suono è una vibrazione classica, trasportata dall'aria. Un'onda oceanica è una vibrazione classica, trasportata dall'acqua. La natura delle vibrazioni classiche dipende dalla materia specifica in cui viaggiano. Dalla funzione d'onda, si possono calcolare le vibrazioni quantistiche e quelle classiche con cui un oggetto può risuonare e ricevere.

Un momento di esperienza cosciente inizia quando i propri rilevatori ricevono vibrazioni, informazioni, energia e materia relative a un fenomeno o un oggetto, inducendo così alcuni cambiamenti o esperienze notevoli all'interno. I propri rilevatori determinano che tipo di esperienze coscienti è possibile avere. Il tipo di rilevatore determina ciò che può essere osservato e sperimentato. Se si attivano rilevatori diversi, la propria esperienza sarà diversa. Questa è la base della natura soggettiva della coscienza. Ecco perché la stessa cosa può essere vissuta in modo diverso da osservatori diversi. Si possono anche avere esperienze diverse, riguardo alla stessa cosa se si applicano rilevatori diversi. Ad esempio, con una normale macchina fotografica in grado di catturare la luce visibile, possiamo ottenere una foto che mostra l'immagine della luce visibile. Con una fotocamera in grado di catturare la luce infrarossa, otteniamo una foto che mostra l'immagine della luce infrarossa. Con i nostri occhi vediamo immagini in luce visibile. Con le nostre orecchie sentiamo il suono. Sono fenomeni ed esperienze diverse perché utilizziamo rilevatori diversi.

Per Zhi e Xiu, tutto è un campo vibrazionale, espresso matematicamente dalla funzione d'onda:

$$\psi = \sum_n = 1/NUNNeio (ENt-PNx) / \hbar$$

La funzione d'onda informa i possibili stati energetici (EN, PNE_n, p_n) e le probabilità $UNNan$ in questi stati, riferiti all'energia e all'informazione di un oggetto. Ciò che è osservato e sperimentato dall'osservatore è correlato al tipo di rivelatore da lui utilizzato. 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 a un 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. I dendriti e i corpi neuronali sono connessi da GAP-Junctions dendritiche – dendritiche, all'interno dell'architettura neurocomputazionale. Le GAP – Junctions collegherebbero con flussi elettrici i microtubuli all'interno di neuroni contigui. Per Bieberich (2012), alla base del

processo cosciente, ci sarebbe un materiale biologico, fatto di lipidi di membrana, ioni calcio (Ca^{++}) e canali ionici, organizzati secondo la geometria frattale. Molecole ed atomi con specifica geometria frattale, formeranno una sovrastruttura che Bieberich chiama “sentyon”, particella di un evento cosciente: un suono, un’immagine, o un odore. Il sentyon sarebbe una particella multidimensionale, paragonabile agli anioni bidimensionali, presente solo all’interno di una realtà 2D. Obiezione al materiale biologico frattale come base per la coscienza: un elefante, un delfino, un’orca marina e una balena con cervelli molto più voluminosi di *Homo Sapiens sapiens*, ma anche Homo di Neanderthal (volume cranico superiore al nostro), avrebbero dovuto avere una coscienza molto superiore. Per DEHAENE S. et al. (2017), la coscienza comprenderebbe due diversi tipi di calcolo e di elaborazione delle informazioni, indicati come C1 (calcolo e resoconto), e C2 (automonitoraggio dei calcoli della C1). La C2 comporta la certezza soggettiva e la certezza dell’errore. Per Dehane e coll., ciò che s’indica come “coscienza” è la derivata da specifici di calcoli di elaborazione delle informazioni.

Per Musser George, (2024) la coscienza nasce da fenomeni quantistici nel cervello. Questo grazie ai microtubuli all’interno dei neuroni che svolgono un ruolo chiave. La teoria suggerisce che *la coscienza nasce quando le funzioni d’onda quantistiche collassano a causa di instabilità gravitazionali nella struttura fondamentale dello spaziotempo*. Per molto tempo, questa ipotesi non ha trovato ampia accettazione a causa della mancanza di opportunità per la sua verifica sperimentale. Le ricerche di Waxman, S.G. e Bennett, M.V.I., (1972) riprese decenni dopo da Schmidt, H. e Knosche, T., (2019) dimostrano che la velocità di propagazione del potenziale d’azione a livello dei dentriti corticali, facenti parte del connettoma, non è uniforme. Questo potenziale scala linearmente (secondo una tipica struttura frattale microscopica) con lo spessore della guaina mielinica dell’assone e con la lunghezza degli assoni.

C’è da notare che la velocità di propagazione è più lenta per connessioni brevi, cioè tra nodi vicini del connettoma cerebrale ed è più veloce tra nodi distanti. Ciò rispecchia, secondo Waxman e Schmid, quello che accade nell’universo fisico, dove secondo la teoria di Einstein, la luce viaggia a tutta velocità se di lontano dalle masse, ma rallenta in vicinanza delle masse. Si noti che l’informazione trasportata dal potenziale d’azione è codificata in frequenza, non in velocità di propagazione. C’è stretta analogia con la luce che si propaga a velocità finite, ma con fotoni di frequenza (colori) diversi. 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. Il ruolo biologico dell’inconscio nel processo decisionale fu rilevato con un semplice esperimento da Libet all’Università della California-San Francisco. Un neurologo tedesco, Hans Helmut Kornhuber aveva già dimostrato che quando si avvia un movimento volontario, come muovere una mano, produciamo un potenziale di prontezza, che è un segnale elettrico, rilevabile dalla superficie del cranio. Questo potenziale di azione appare qualche frazione di secondo, prima dell’effettivo movimento. Libet migliorò l’esperimento: le persone, usate come test, muovevano un arto prima che ne fossero consapevoli. Il risultato sorprendente suggeriva che saremmo alla mercé di istinti e desideri inconsci. In realtà avviene una cosa un poco diversa: l’attività cerebrale precede la decisione di muoversi, non il movimento in atto. Libet spiegò: *“Il processo di avvio di un’azione volontaria accade rapidamente in una parte inconscia del cervello, ma prima che l’azione sia intrapresa, la coscienza che subentra in modo meno rapido, approva o vieta l’azione. Così, nell’atto di 500 msec che precedono l’alzata di un dito, la coscienza determina se lo si muoverà o no.”* Libet dimostrò che l’attività cerebrale precede la consapevolezza, così come precede qualsiasi azione che intraprendiamo.

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 inconse. 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 temporale 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 il diretto collegamento alla 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 se li consideriamo 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 il campo quantistico speciale, la Mente si collegherebbe direttamente col mondo esterno, decussando alcuni dei passaggi intermedi dovuti alla complessa rete neuronale cerebrale. I circuiti intermedi servirebbero da trasporto delle informazioni esatte alla Mente e rafforzerebbero i collegamenti tra Mente e il **campo quantico speciale**, dove lo Spazio e il Tempo hanno diversa valenza, con un prima e un poi che possono essere invertiti. Secondo Damasio R.A. (1995), il dispositivo minimo neuronale, capace di produrre soggettività, richiede l'attività di:

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

Damasio 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, necessita forse di una entità accessoria speciale, attributo esclusivo di **M – 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. Per Fitch, l’Uomo ha in sé una specie di grammatica universale. Infatti, un bambino acquisisce in poco 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 innato*, una specie d’istinto del linguaggio, farebbe parte integrante di **M – CFS**?

Per Karen Hao e David Duvenaud (2018), le reti neurali del cervello umano, composte da strati sovrapposti di nodi computazionali in sinergia tra loro, sono il meccanismo principale che rende l’apprendimento profondo molto potente. Le reti neurali dividono l’immagine in fasi che gradualmente saranno selezionate in base ai pixel più rilevanti. Più livelli (fasi) incrementano la gradualità e ci si avvicina al mondo reale.

Per i neuro-scienziati Dehaene S.(2014), e Changeux Jean-Pierre (2011), non è chiaro come l’attività elettrochimica di singole aree neocorticali si trasformi in ciò che definiamo coscienza. I due neuro-scienziati affermano che una minima parte delle informazioni elaborate dai meccanismi elettrochimici cerebrali, attinenti la coscienza, raggiunge la sfera della consapevolezza. Solo un evento alla volta diventa cosciente (raggiunge la consapevolezza), essendo stato elaborato da centri nervosi anche lontani dalla neocortex, collegati tra loro da fasci di fibre, a volte molto lunghe. Il passaggio dall’evento elettrochimico alla sfera della coscienza è correlato ad una intensa attività delle aree pre-frontali, registrabile con la risonanza magnetica nucleare. Questo tipo di attività nelle aree pre-frontali si manifesta con un’onda lenta ritardata: la P3, definita come la firma della percezione cosciente. Un vasto contingente di elaborazioni elettrochimiche, inerenti percezioni di vario genere, riflessioni e ricordi, coinvolto nei meccanismi che generano la coscienza, rimane latente, racchiuso nella dimensione inconscia, ma riuscendo a condizionare in vario modo l’attività cosciente dell’individuo, cioè la sua *Mente*. Non è chiaro sul come e perché un’informazione, elaborata dai lobi pre-frontali, divenga cosciente a scapito di altre. Dehaene dice che siamo parzialmente consapevoli del nostro essere e identifichiamo la coscienza con questa scarsa consapevolezza. Specifiche aree cerebrali, con la sincronizzazione dei loro neuroni, precedono qualsiasi evento della coscienza come rimpiangere, disprezzare, decidere, percepire, credere, pregare, riflettere ecc. Il ragionamento con logica deduttiva è preceduto da un’attività pre-frontale diversa dal ragionamento per induzione. Eventi mentali come credere, o eseguire un’operazione matematica, sono preceduti da attivazioni neocorticali specifiche. Se un terzo di secondo prima manca l’attivazione specifica, non c’è evento cosciente. Infatti, l’attivazione neocorticale avviene circa 1/3 di secondo prima che la coscienza sia informata. **Rimane il mistero di come l’attività elettrochimica diventi cosciente.** Per Koch Christof (2014), il passaggio da un’azione corporea che richiede attenzione e monopolizza la consapevolezza a un’azione automatica e priva di coscienza, dipende dallo spostamento di risorse neurali dalla corteccia pre-frontale ai gangli basali e al cervelletto. Jeannerod M., dell’Institut des Sciences Cognitives di Bron, in Francia (1997), è un esperto di neuropsicologia dell’azione. I suoi esperimenti sono arrivati alla conclusione che l’azione corporea (come iniziare a correre) può essere più veloce del pensiero e che l’azione motoria correttiva precede la percezione cosciente di circa un quarto di secondo. Come paragone, un velocista che corre i cento metri in dieci secondi ha già fatto diverse falcate dal blocco di partenza nell’istante in cui sente il colpo di pistola.

Per Philip Goff (2020), c’è il crescente sospetto che i metodi scientifici convenzionali non saranno in grado di rispondere a domande sulla natura della coscienza umana. Per Goff, la coscienza è inosservabile, pur sapendo che esiste. La coscienza sarebbe una caratteristica fondamentale e onnipresente del mondo fisico. La scienza fisica descrive la materia dell’esterno in termini di comportamento, ma la materia dall’interno è costituita solo da forme di coscienza. Per Goff, dunque la *Mente* è materia. Persino le particelle più elementari mostrano forme incredibilmente elementari

di coscienza. La coscienza varia a seconda della complessità della materia cerebrale. Un cavallo ha meno coscienza di un essere umano e un coniglio ha meno coscienza di un cavallo. Però, c'è da obiettare: un elefante, avendo una massa cerebrale di sei volte quella di un cervello umano, dovrebbe avere molta più coscienza, il che non è vero.

Nella premessa al suo libro "L'ERRORE DI GALILEO", Philip Goff dichiara: "Il mio principale progetto di ricerca è cercare di capire come la coscienza s'inserisce nella nostra teoria complessiva della realtà. Io sostengo che gli approcci tradizionali del materialismo (la coscienza spiegata in termini di processi fisici nel cervello) e del dualismo (la coscienza è separata da corpo e dal cervello) affrontano difficoltà insuperabili. Su questa base, difendo una forma di panpsichismo, l'idea secondo cui la coscienza è una caratteristica fondamentale e onnipresente del mondo fisico. Sembra folle, ma cerco di dimostrare che questa idea evita le difficoltà incontrate dai suoi rivali."

Koch Christof (2018), cerca i correlati neuronali della coscienza (NCC) che generano esperienza di giorno in giorno. Lo scienziato afferma che nel prossimo futuro ci attendono due sfide. UNO. Utilizzare strumenti sempre più sofisticati per osservare e sondare le estese coalizioni di neuroni altamente eterogenei che compongono il cervello. In questo modo, si potrebbero delineare meglio le impronte neuronali della coscienza. DUE. Verificare e approfondire le due teorie più recenti: quella della complessità strutturale che sottende la coscienza umana, indicata con la lettera Φ e quella dello spazio di lavoro neuronale globale (GNW) dello psicologo Bernard J. Baars.

Bassett D. S. e Sporns O. (2017), affermano che nonostante i sostanziali progressi, la comprensione dei principi e dei meccanismi alla base delle complesse funzioni cerebrali e cognitive è incompleta. Le neuroscienze di rete si propongono di affrontare queste sfide. La neuroscienza delle reti persegue nuovi modi per mappare, registrare, analizzare e modellare gli elementi e le interazioni dei sistemi neurobiologici. Due tendenze parallele ne guidano l'approccio: la disponibilità di nuovi strumenti empirici per creare mappe complete, registrando modelli dinamici tra molecole, neuroni, aree cerebrali e sistemi sociali. La seconda tendenza riguarda il quadro teorico e gli strumenti computazionali della moderna scienza delle reti. La convergenza dei progressi empirici e computazionali apre nuove frontiere d'indagine scientifica, compreso le dinamiche di rete, la manipolazione e il controllo delle reti cerebrali, oltre all'integrazione dei processi di rete, mediante domini spaziotemporali. Bassett e Sporns si propongono di esaminare le emergenti tendenze nelle neuroscienze delle reti, cercando di tracciare un percorso per una migliore comprensione del cervello umano, come sistema di rete multiscala.

Per Bassett & Sporns, ciascun modulo del cervello ha una precisa funzione. Compiti distinti corrispondono a differenti moduli della rete cerebrale: ci sono moduli da dedicare all'attenzione, alla memoria, al pensiero, all'udito, al movimento, alla visione... Ciascun modulo deve funzionare in modo quasi indipendente dagli altri. Tuttavia, per integrare e controllare l'attività di molteplici moduli, il cervello usa gli HUB (nodi), dove s'incontrano le connessioni originate da differenti moduli cerebrali. Persone, con salde connessioni (HUB) tra particolari regioni cerebrali, hanno intelligenza fluida superiore. Partendo dagli studi di Bassett e di Sporns, Karen Hao e David Duvenaud, (2018) stanno cercando di sostituire i nodi cerebrali (HUB) con una serie di equazioni di calcolo matematico da inserire nell'intelligenza artificiale.

Per alcuni, la coscienza implica il confronto tra informazioni nuove e vecchie, tramite associazioni, raggruppando oggetti simili e distinguendo oggetti diversi l'uno dall'altro. Funzioni eseguibili anche su computer, ma senza una reale comprensione. Per questo, la coscienza deve basarsi su qualche fondamento biologicamente significativo. S'ipotizza che coscienza emerga quando l'informazione attuale è attribuita a un bisogno definito, che viene scalato in coordinate di segno (+/-). Questo sistema di coordinate interrompe i calcoli del cervello una volta raggiunta la consapevolezza, cioè il livello accettabile di soddisfazione dei bisogni.

Uno degli ostacoli principali sulla comprensione della coscienza, in particolare quella umana, è dato dal fatto che non si conosce la vera essenza della materia. I libri di fisica si limitano a spiegare con formule matematiche il comportamento della materia: cosa è la "materia" di cui la materia cerebrale è composta? Non si sa neanche cosa sia l'energia. Abbiamo solo l'equazione di Einstein

che è appunto una equazione. 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 perfino 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 Na⁺ e Cl⁻ sono all'esterno del neurone, mentre più ioni K⁺ e proteine, sono all'interno. Nella trasmissione dell'impulso nervoso, questa differenza va riducendosi fino a 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 unica entità, lo spazio – tempo. Non abbiamo alcuna esperienza sensoriale diretta dello spazio – tempo quadridimensionale. Si manifesta questa realtà relativistica, in tutte le situazioni dove esistono alte velocità. In meccanica quantistica, le interazioni possono essere rappresentate da diagrammi spazio-temporali, non associabili ad una direzione definita del Tempo. Di conseguenza, non esiste un prima e 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 sul concetto di Spazio e di Tempo che sarebbero due entità tra loro scollegate. Sulla natura del Tempo, bisognerebbe investigare seguendo nuovi parametri della fisica teorica e della matematica. Secondo Smolin, alcuni fenomeni profondi della Mente umana potrebbero essere chiariti, effettuando una sconnessione profonda tra lo Spazio e il Tempo.

In definitiva, ciò di cui abbiamo bisogno è una teoria scientifica soddisfacente della coscienza che preveda in quali condizioni un particolare sistema fisico – sia esso un circuito complesso di neuroni o transistor di silicio – ha esperienze. Inoltre, perché la qualità di queste esperienze differisce? Perché un cielo azzurro e limpido è così diverso dallo stridore di un violino mal accordato? Queste differenze di sensazione hanno una funzione e se sì, quale sarebbe? Una tale teoria ci permetterà di dedurre quali sistemi sperimenteranno qualcosa. Due teorie al momento si confrontano sull'origine della coscienza la GNW e la IIT. Secondo la teoria GNW (spazio di lavoro neuronale globale), la coscienza emerge quando le informazioni sensoriali in arrivo, sono trasmesse globalmente a più sistemi cognitivi, che elaborano questi dati per parlare, archiviare, o richiamare un ricordo, o eseguire un'azione. Questi sistemi cognitivi superiori avrebbero uno spazio limitato: siamo consapevoli solo di poche informazioni in un dato istante. S'ipotizza che la rete di neuroni che trasmettono questi messaggi sia localizzata nei lobi frontali e parietali. Trasmessi su questa rete, i dati sparsi sono disponibili a livello globale e l'informazione diventa cosciente. Cioè, il soggetto ne prende coscienza. Sebbene le macchine attuali non raggiungano ancora questo livello di sofisticazione cognitiva, è solo questione di tempo. La teoria GNW presuppone che i computer del futuro saranno coscienti. La già menzionata teoria integrata dell'informazione (IIT) postula che qualsiasi meccanismo complesso e interconnesso la cui struttura codifica un insieme di relazioni di causa-effetto, avrà queste proprietà (elaborazione delle informazioni) e avrà un certo livello di coscienza. Sembrerà qualcosa dall'interno. Nel caso in cui, come il cervelletto, il meccanismo manca di integrazione e complessità, non sarà cosciente di nulla. Come afferma l'IIT, la coscienza è un potere causale intrinseco, associato a meccanismi complessi come il cervello umano. La teoria IIT fa derivare, dalla complessità della struttura interconnessa sottostante, un singolo numero non negativo Φ (pronunciato “*fy*”) che quantifica questa coscienza. Se Φ è zero, il sistema non ha

voglia di essere se stesso. Al contrario, maggiore è questo numero, maggiore è il potere causale intrinseco che il sistema ha e più è cosciente. Il cervello, che ha una connettività enorme e altamente specifica, possiede un Φ molto elevato, il che implica un elevato livello di coscienza. L'IIT spiega una serie di osservazioni, ad esempio perché il cervelletto non contribuisce alla coscienza. L'IIT prevede che una sofisticata simulazione di un cervello umano, in esecuzione su un computer digitale, non può essere cosciente, anche se può parlare in un modo indistinguibile da un essere umano. Secondo la teoria IIT, la coscienza non può essere calcolata: dev'essere integrata nella struttura del sistema.

Obiezioni alla teoria IIT.

UNO. Animali con cervello voluminoso come l'Elefante e i cetacei (balene, orche, delfini) non hanno un Φ superiore a quello di Homo Sapiens sapiens. Quindi per un Φ elevato non è importante il volume cerebrale (Homo di Neanderthal aveva un volume cranico superiore ad Homo Sapiens sapiens), piuttosto vale il tipo di organizzazione cerebrale, in particolare di alcune aree del cervello.

DUE. Scienziati come Albert Einstein o Dirac con un Q.I. molto elevato avevano un Φ superiore a quello di un poeta come Alda Merini, Ezra Pound, o di pittori come Vincent Van Gogh? E' probabile che nella valutazione di Φ sia importante anche la relativa intensità.

In conclusione, la coscienza è un problema complicato. In particolare negli anni recenti, numerose teorie si avvicendano sulla natura della coscienza, con ricerche sulle possibili basi biologiche e fisiche. Teorie e scoperte empiriche si sforzano di fornirne una comprensione soddisfacente, a partire dai correlati anatomici e fisiologici dai quali dovrebbe emergere la coscienza umana. Teorie non correlate tra loro e spesso in netto contrasto.

40) Le sensazioni e le percezioni

Al di fuori delle neuroscienze, il campo della biologia quantistica è emerso da recenti osservazioni secondo cui alcuni fenomeni biologici tra cui la catalisi enzimatica, l'olfatto e la fotosintesi possono derivare da effetti meccanici quantistici come coerenza, effetto tunnel e entanglement, Brookes, J.C., (2017).

Nell'organismo umano e animale, una moltitudine di sensori interagisce con l'ambiente circostante immediato, mentre l'atto cosciente, la componente non locale e atemporale, funge da mediatore tra input sensoriale e input attuato. L'atto cosciente guida di conseguenza le azioni dell'osservatore nel mondo. La percezione è evento fondamentale della relazione osservatore-osservato, tra mondo quantistico e scala macroscopica. La percezione è *interconnessione*. Tramite la percezione, l'osservatore non è separato dalla realtà che osserva, piuttosto parte integrante di essa.

Molteplici sono gli stati mentali: *percezione, consapevolezza corporea, pensiero, credenza, desiderio, motivazione, intenzione, deliberazione, decisione, piacere, emozione, umore, immaginazione, memoria...* Alcuni sono in contrasto tra loro, altri possono sovrapporsi. La *percezione* implica l'uso dei sensi, come vista, tatto, udito, olfatto e gusto, al fine di avere informazioni su oggetti ed eventi materiali nel mondo circostante. Su questo punto di vista, la percezione contrasta con la *consapevolezza corporea*, (sensibilità propriocettiva) che riguarda i processi interni del nostro corpo e che non ha contenuti come oggetti indipendenti.

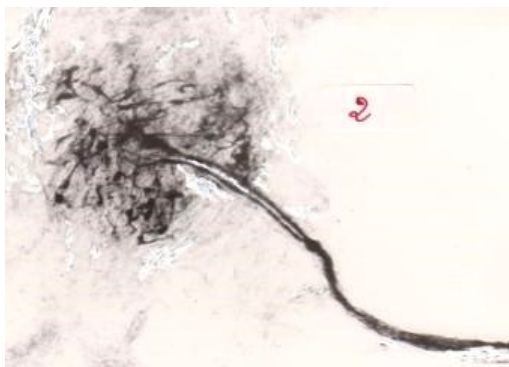
Le sensazioni che rientrano nella sfera delle percezioni faranno parte del complesso immaginifico individuale, conscio e inconscio. Alcune di queste immagini mentali, veicolate dalle sensazioni, saranno immagazzinate nell'ippocampo e memorizzate. L'organizzazione sinaptica dell'ippocampo comprende tre regioni (CA1, CA2, CA3) tra loro collegate, secondo un sistema a cascata: la prima, il 'giro dentato' (DG), riceve informazioni dalla corteccia e forma connessioni sinaptiche con l'area successiva, CA3. I neuroni di CA3 ricevono anche input corticale diretto, formano connessioni ricorrenti tra loro, costituendo una rete con feedback elevato e fittamente interconnessa. CA3 si connette, tramite sinapsi, con la terza regione CA1 che a sua volta restituisce informazioni a molte aree della corteccia. Nell'ippocampo, c'è dunque una vasta rete ricorrente,

organizzata gerarchicamente, capace, sia di recuperare qualsiasi traccia di memoria immessa nella coscienza, sia di affinare in profondità le informazioni grossolane tramite il suo “circuitto psichico.”

Percezione→Sensazione→ Immagini mentali (area II di B – vedere la figura DIPOLO MAGNETICO).

La formazione delle immagini mentali implica dunque la connessione del sistema mentale individuale con la parte esclusa dal campo di Higgs e da cui si originano solo particelle prive di massa. In questa particolare regione extra - Higgs, è possibile la formazione di immagini mentali, o altri tipi d'immagini non mentali (televisive, connesse alla parapsicologia, o alla visione cieca).

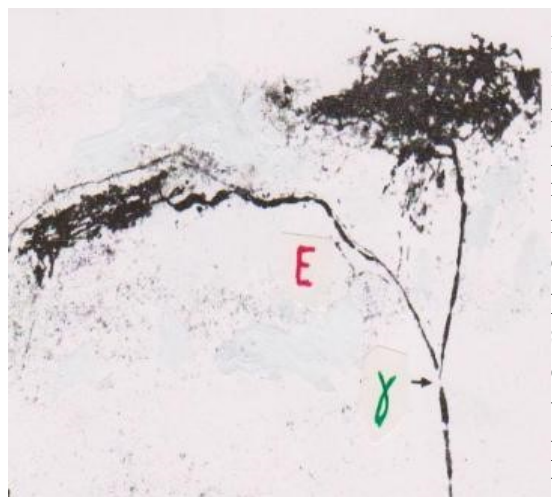
Nel WEB, particelle quasi prive di materia si ricompongono in immagini bidimensionali che viaggiano nel CyberSpace in tempo reale.



WEB (fotoni dell'area II) →→ immagini bidimensionali del cyberspace.

La foto a lato (n.2) illustra una terminazione ad arabesco, impregnazione aurica del Ruffini, ingrand. 20X. – Alla base della terminazione sensitiva, nel punto in cui si biforca, è visibile il corpuscolo-bottoniforme terminale da cui parte il trasporto protonico dell'input nervoso. La base protonica del mondo dei quanti avvia in questo caso l'impulso sensitivo.

I neuro scienziati sono concordi sul fatto che procedendo dalla sensazione alla percezione, fino alla Mente umana, tutto sfumi nell'indeterminatezza. Per Humphrey (2007), la sensazione rientra a pieno titolo nella sfera d'azione della Mente e delle produzioni mentali. Humphrey non considera la sensazione come parte del puro meccanismo della ricezione di stimoli del mondo esterno, o delle parti interne dell'organismo. In questo modo, la sensazione sarebbe una componente attiva del controllo centrale *su ciò che accade*. Humphrey dice che uno stimolo può avere una rappresentazione mentale in modi diversi e in tempi diversi. Lo stesso messaggio può essere modulato in un momento di depressione, di malinconia, o sotto l'influenza di droghe e allora la risposta allo stimolo sarà regolata in dipendenza dello stato mentale che c'è al momento. Lo stimolo sensoriale sarebbe soggetto a influenze dall'alto al basso (influenze corticali, o dei nuclei della base) più di quanto lo sia la percezione del mondo esterno. La sensazione sarebbe influenzata dai cambiamenti di umore. Per Humphrey, la sensazione è a volte autogenerata, al centro di una immaginazione vivida, come nei sogni o nelle visioni. Ci sono persone soggette ad allucinazioni nello stato di veglia, ma la ricchezza fenomenica delle sensazioni, presenti in alcuni sogni, ha una casistica elevata. La sensazione avrebbe anche la capacità di simulare altrui stati mentali anzi, sembrerebbe che come espressione corporea, sia adatta per i fenomeni dell'*empatia proiettiva*.



La percezione pone altri quesiti di difficile interpretazione. Per esempio, c'è una stretta correlazione funzionale tra la percezione dei colori e l'olfatto. La mescolanza di due colori in movimento rassomiglia alla percezione di un odore, derivante dalla fusione di più molecole odorifere in un insieme molecolare, in movimento all'interno dell'aria inspirata. Ci sono casi d'individui affetti da visione cieca e con un tipo particolare di percezione, indicata come **percezione subliminale**. Nell'osservare un oggetto fuori del proprio campo visivo, quest'individui con lesioni nella corteccia visiva, non hanno la sensazione di cosa vedano, ma ne percepiscono la presenza e ne forniscono giudizi percettivi accurati. Si tratta di eventi che fanno sospettare

come la percezione sia un fenomeno complesso e di difficile determinazione.

La microfoto **E** mostra un corpuscolo del Ruffini, specializzato per la sensibilità termica. Nella doccia esofagea dei ruminanti, sono numerosi questi tipi di corpuscoli sensitivi. L'infiorescenza nervosa è colorata di nero con questo metodo istologico. L'infiorescenza comincia dallo strozzamento pre-terminale della fibra nervosa afferente (**lettera γ**), dove si attivano i canali di sodio da cui parte l'impulso elettrico diretto al cervello. Da questo punto, a livello della strozzatura pre-terminale o a livello della terminazione bottoniforme, partirebbe l'impulso sensoriale in termini della quantità di moto, secondo la classica formula, dove Σe è l'energia cinetica del e-esimo modo di momento:

$$(r) \equiv \Sigma e (i \text{ ki } r)^a \text{ ai.}$$

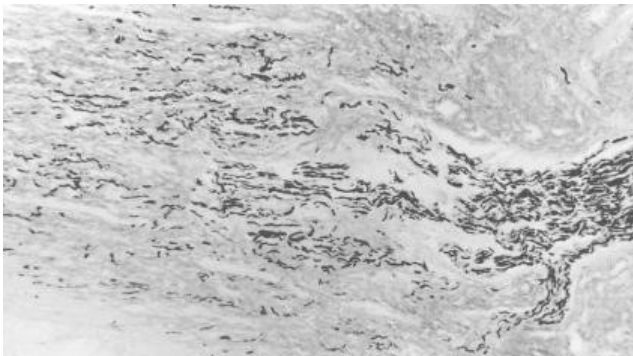
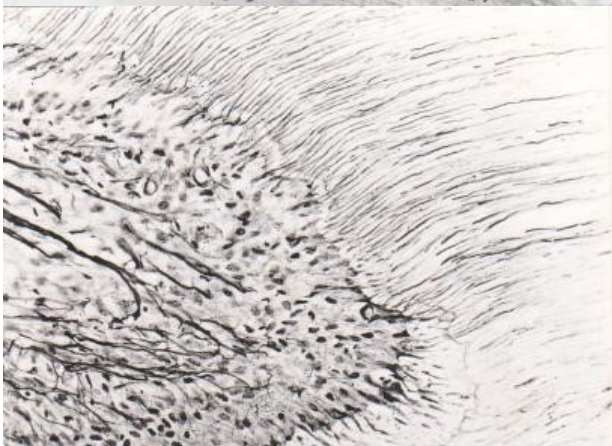
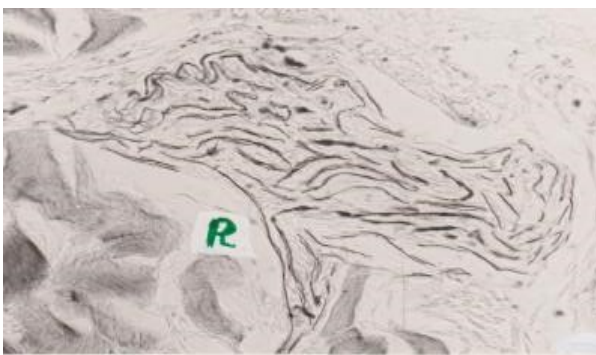


Fig. 1 - La microfotografia a lato (fig. 1), è stata effettuata da me medesimo. E' una sezione di 4μ di spessore in paraplast. Ingrandimento di 250X. La microfotografia evidenzia la ricca innervazione di una papilla vallata della lingua di bufalo (*Buffalus bubalus*). Il vasto contingente nervoso afferente, fatto di filuzzi di fibre sensitive mielinizzate, è colorato in nero col metodo citochimico di Linder - modificato.



La microfotografia a lato è stata eseguita da me medesimo. Si tratta di una sezione in paraplast di dente di bovino. Ingrandimento 250 x, metodo di colorazione: Linder - modificato. La microfotografia evidenzia il contingente nervoso sensitivo mielinico, colorato di nero che si sfiocca all'interno dei canalicoli dello smalto. Le sottili sezioni istologiche di 5μ di spessore sono state ottenute previa demineralizzazione del duro tessuto osseo. I ramuscoli sensitivi mielinizzati nello smalto si diramano a ventaglio verso la periferia della corona dentale, veicolando sensazioni termiche, ma fanno parte della sensibilità propriocettiva.



La microfotografia, indicata con la lettera **R**, è una sezione istologica (4μ di spessore) di un tratto di muscolo sternocleido mastoideo di Capra. L'ingrandimento è di 120 x. La colorazione è la metodica di Linfer modificata. L'immagine mostra una tipica terminazione muscolo tendinea.

Per lo scienziato David Bohm, la realtà è ciò che consideriamo vero. Ciò che consideriamo vero è ciò in cui crediamo. Ciò in cui crediamo si basa sulle nostre percezioni. Ciò che percepiamo dipende da ciò che cerchiamo. Ciò che cerchiamo dipende da ciò che pensiamo. Ciò che pensiamo dipende da

ciò che percepiamo. Ciò che percepiamo determina ciò in cui crediamo. Ciò in cui crediamo determina ciò che consideriamo vero. Ciò che consideriamo vero è la nostra realtà.

Le sensazioni sono come dati circostanziali sul mondo raccolti dai sensi, ma non sono di uso pratico, senza un grande lavoro elaborativo sugli stessi dati. Nell'Uomo, vaste aree cerebrali sono preposte all'elaborazione sensoriale, mediante i gradi di: **acquisizione, filtraggio, trasformazione, ricostruzione, integrazione, organizzazione**. L'elaborazioni sensoriali (percezione) avvengono in lassi di tempo molto breve e sono inconscie. S'ignora come avvengano nei particolari, ma alterazioni della materia cerebrale compromettono il corretto rapporto col mondo esterno. L'ausilio di algoritmi e della quotidiana esperienza mostra che la percezione è un processo deduttivo, ciò che alcuni definiscono *inferenza inconscia*. La consapevole quotidiana rappresentazione del mondo che ci circonda avviene dopo una grande quantità di computazioni inconscie (coscienza extra). Questi processi computazionali permettono di recepire e rendere conscia l'informazione, raccolta dai sensi. La percezione ci permette per esempio, di distinguere e localizzare la voce del figlio piccolo che piange tra la cacofonia di una stazione ferroviaria affollata. Questi eventi mentali fanno sospettare che la percezione sia un fenomeno molto complesso e di difficile determinazione. Una delle funzioni principali della Mente, sia nella nostra vita quotidiana, sia nel lungo percorso evolutivo, è di relazionarsi col mondo circostante tramite la percezione. Con la percezione, assumiamo informazione relativa al mondo, coordiniamo tale informazione, sia coscientemente, sia inconsciamente. Alla fine, è possibile prendere decisioni e concepire intenzioni che producano azioni con cui affrontare la realtà. Dal punto di vista prettamente scientifico, il fenomeno percettivo non riguarda le terminazioni dei nervi periferici, stimulate dagli oggetti del mondo. Una volta che questi corpuscoli sensitivi sono stati stimolati, c'è l'invio di segnali al sistema nervoso centrale. E' qui che l'insieme complessivo dei processi neurobiologici causa un'esperienza percettiva. Tuttavia, l'unico oggetto effettivo della consapevolezza è questa esperienza nel cervello. Non potremo mai avere accesso diretto al mondo esterno. Tutto ciò che è accessibile direttamente è l'effetto del mondo esterno sul nostro sistema nervoso. Il fenomeno sembra presupporre i modi in cui gli oggetti del mondo causano la stimolazione delle nostre terminazioni nervose e comportino la percezione effettiva del mondo reale. Di fatto, la percezione effettiva è impossibile. Per queste contraddizioni di base, il problema della percezione è complesso e di difficile determinazione. Per esempio, la linea di confine tra percezione e allucinazione è ambigua a livello sperimentale. Anzi, l'osservazione del mondo esterno è una vera allucinazione e la **percezione** non è altro che l'atto di scegliere l'allucinazione che meglio si adatti ai dati in arrivo, spesso frammentari ed effimeri. Sia le allucinazioni, sia le vere percezioni emergono dalla stessa serie di processi: la differenza effettiva dipende dalla veridicità degli oggetti e degli eventi esterni che la percezione stabilizza nella coscienza. Nell'allucinazione, come nel sogno o in una vasca di deprivazione sensoriale, gli oggetti e gli eventi fluttuano senza precise direzionalità. Possiamo vedere immagini del mondo reale sullo schermo del cinema, ma non possiamo mai uscire dal cinema per osservare il mondo reale. Il cinema è nella nostra Mente. Affermare che i nostri dati sensoriali assomiglino agli oggetti e dunque li rappresentino, come il filmato di una scena che rappresenta quella reale, significa che il fenomeno percettivo non conferisce alcun significato chiaro alla *nozione di somiglianza*, quindi alla nozione di rappresentazione mentale. Come possiamo dire che i dati sensoriali percepiti come in un cinema, assomigliano all'oggetto reale che non vediamo, essendo l'oggetto in ultima analisi invisibile alla Mente? La stranezza è che ciò che si percepisce è così come lo si percepisce per davvero: non artifici, ma **aspetto immediato** che la Mente coglie con la percezione. Anzi, è così immediata alla Mente l'apparizione di un oggetto che è come se il processo percettivo non avvenisse. Le ricerche di Deutsch Diana, (1992) evidenziano aspetti della percezione sonora umana. Nell'infanzia, gl'individui acquisiscono gradualmente una rappresentazione dei suoni, peculiare per ogni lingua o dialetto. Pertanto una persona, nata in California, sentirà una specifica successione di suoni in un modo diverso da un nativo dell'Inghilterra meridionale. Nei diversi individui, c'è una correlazione tra la percezione del parlato e quella sonora musicale: il brano musicale è riconoscibile anche se traslato su in una tonalità diversa da quella in cui è stato

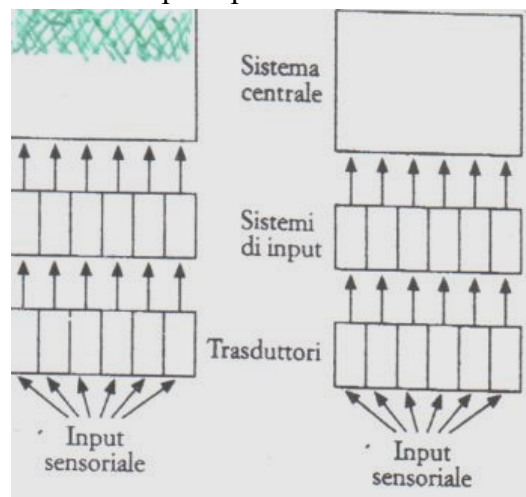
ascoltato originariamente. Tuttavia, non è un principio valido sempre. Può accadere che il cervello reinterpreti le relazioni tra le varie note musicali, trasposte su una



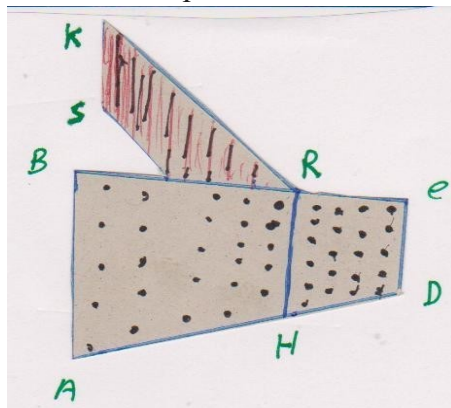
diversa tonalità. Il fenomeno paradossale somiglia ad alcune metamorfosi visive, quando una forma o un'immagine è traslata su una differente situazione spaziale, come la scala senza fine dipinta da Escher M.C. Tutto ciò dimostra che nel processo percettivo, la Mente umana tende a stabilire legami anche sonori, tra elementi che si trovano in prossimità piuttosto che tra elementi lontani. Nella visione, tendiamo a raggruppare punti vicini l'uno all'altro e a percepire come un flusso luminoso in movimento l'intermittenza regolare tra piccole luci, vicine tra loro.

Qui di seguito, il disegno della Scala di Escher.

Lo schema a lato 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. I fenomeni collegati alla *costanza di grandezza* sarebbero anche parte di CFS. Il quadratino a sinistra tratteggiato in verde è l'atemporale M-CFS.



Molti processi neuronali non diventano mai coscienti, come il sistema di equilibrio dell'orecchio interno. Un viaggiatore in aereo può "vedere" la cabina passeggeri inclinarsi verso il basso mentre l'aereo s'inclina per scendere per un atterraggio. Questa esperienza visiva si verifica anche di notte, quando il viaggiatore non ha un sistema di riferimento spaziale esterno. L'inclinazione del corpo del passeggero, rispetto alla gravità è rilevata inconsciamente tramite le cellule ciliate dei canali vestibolari che agiscono come accelerometri liquidi. Tuttavia, questa attività sensoriale non è sperimentata direttamente. Diventa cosciente solo tramite la vista e i sensi del corpo. Il senso vestibolare è quindi molto diverso dalla percezione visiva, che "riferisce" accuratamente a un campo di esperienza cosciente, così che possiamo indicare con precisione una stella luminosa in una notte buia. Anche l'input vestibolare è preciso, ma inconscio. L'input vestibolare diventa cosciente, se collegato oltre che al sistema visivo, anche alla sensibilità propriocettiva (consapevolezza corporea). La consapevolezza corporea parte da speciali sensori, insiti nei tessuti viventi, collegati a speciali campi fisici, generati dagli impulsi nervosi. L'impulso nervoso cerebrale, anche quello cortico-talamico che sembra inconscio, ha attinenza con un campo fisico speciale extracorticale.



Localizzazione spazio temporale della mucosa olfattiva.

Negli animali domestici, compresi i primati, la lamina perpendicolare dell'etmoide taglia esattamente in due parti, simmetriche e uguali, la lamina trasversale dello stesso osso. Di conseguenza, il numero degli ecto e degli endo-turbinati in una delle due bande in cui tale lamina è divisa a livello del piano sagittale mediano, contiene il medesimo numero di ecto e di endo turbinati. Ciò in relazione alle funzioni olfattive, sia degli

animali predatori che delle prede. I primi a localizzare la preda e i secondi a localizzare, con la

maggior esattezza possibile, eventuali pericoli. L'esatta suddivisione della lamina etmoidale trasversale permette d'identificare specifici punti odoriferi nello spazio, in un determinato intervallo di tempo. Si può fare la correlazione: **divisione a metà della lamina trasversale etmoidale, lungo il piano sagittale mediano = localizzazione spazio-temporale del pericolo (predatore), o del cibo**. Si consideri il principio di complementarità. Se hai due variabili complementari, come posizione e momento presente, con l'olfatto gli animali domestici, le scimmie e in alcuni casi l'essere umano (l'olfatto nell'Uomo è limitato), possono conoscere entrambi i parametri, valutando il proprio comportamento. Con l'olfatto, gli odori acquistano proprietà ben definite in ogni momento. Gli animali possono spostarsi in un contesto o in un altro, il più delle volte in base ad un sistema di *coordinate olfattive*.

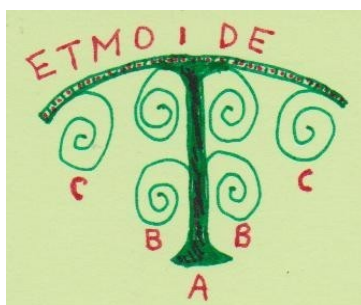
Il disegno qui sopra indica le due lamine dell'etmoide: la perpendicolare (KSRH) e la trasversale (ABCD). La lamina trasversale è divisa esattamente in due parti dalla lamina perpendicolare. Quest'ultima disposta sul piano sagittale del corpo.

ANATOMIA. Dal punto di vista anatomico, La mucosa olfattiva circonda le masse laterali dell'etmoide, al fondo delle cavità nasali. Queste strutture di osso papiraceo sono avvolte da un tipo di mucosa giallastra, detta mucosa olfattiva. Nella pagina precedente, il disegno schematico da me medesimo eseguito. Il poligono **ABCD** indica la lamina trasversale che è crivellata di fori per il passaggio dei nervi olfattivi. Questa lamina è divisa in due metà dall'apofisi cristagalli (RH). La lamina perpendicolare (KSRH) si continua anteriormente col setto nasale cartilagineo. Sia la lamina perpendicolare dell'etmoide, sia il setto nasale cartilagineo dividono in due i condotti nasali. Questa divisione avviene a livello del piano sagittale mediano. La mucosa olfattiva è limitata alle parti caudo dorsali delle cavità nasali, ricoprendo gli etmoturbinati e la zona caudale **adiacente** al cornetto dorsale. Il nervo implicato nel senso dell'olfatto è il primo nervo cranico, o olfattivo. Ogni nervo olfattivo contiene circa venti fasci di fibre nervose, formate dagli assoni non mielinizzati dei neuroni olfattivi primari (cellule olfattive) della mucosa. Le cellule olfattive nell'epitelio dell'**organo Vomeronasale** contribuiscono alla formazione dei nervi olfattivi. L'olfatto è una delle funzioni del naso. Gli animali dipendono dall'olfatto molto più dell'Uomo e per alcuni di essi, questo senso è indispensabile per la sopravvivenza. L'estensione dell'area olfattiva è variabile e correlato all'estensione, numero e geometria degli etmoturbinati. Gli etmoturbinati si possono estendere anche nei seni frontali e/o negli sfenoidali. In alcune specie, l'aria circolante normalmente raggiunge solo la parte anteriore dell'area olfattiva. Se la velocità della corrente d'aria aumenta, per esempio se si annusa qualcosa, il flusso aerifero può raggiungere anche la parte caudale. Nell'area nasale, esistono in genere sei strati di cellule nervose così indicate:

1. Strato dei recettori olfattivi.
2. Strato glomerulare.
3. Strato plessiforme esterno.
4. Strato delle cellule mitrali.
5. Strato plessiforme interno.
6. Strato glanulare.

Nell'Equino, i recettori olfattivi sono intercalati nella mucosa omologa che riveste le masse laterali dell'etmoide, nella parte profonda delle cavità nasali. Queste masse laterali sono fatte di osso papiraceo (sottile come le pagine di un libro) la cui disposizione spaziale arrotolata su se stessa, forma gli ecto e gli endo – turbinati. I recettori olfattivi sono collegati ai nervi olfattivi che terminano nei due bulbi gemelli del rinencefalo. Il Cavallo avrebbe due sistemi olfattivi. Uno che comprende i recettori olfattivi della mucosa etmoidale e uno più esterno dato dall'**organo Vomero – Nasale di Jacobson**. Il primo sistema, quello etmoidale, capterebbe i messaggi chimici dispersi nell'aria circostante. Il secondo sarebbe deputato all'analisi fine dei ferormoni, di altri segnali chimici sessuali liberati dagli altri cavalli ed occasionalmente da un essere umano. Per questo, si dice che i cavalli sono dipendenti dell'olfatto, mentre noi esseri umani dal linguaggio (eloquio).

Schema di etmoide di equino.



osso papiraceo, definite come endo turbinati ed ectoturbinati. Gli endoturbinati indicati con la lettera **B**, sono vicini alla lamina perpendicolare (**A**) ed hanno andamento centripeto, nel senso che l'osso papiraceo rivestito di mucosa olfattiva, si arrotola in senso centripeto, appunto. Gli ectoturbinati (**C**) si differenziano dai precedenti perché sono più lontani dalla lamina perpendicolare dell'etmoide ed hanno andamento opposto ai precedenti. Sia gli ecto che gli endo turbinati permettono il passaggio dei nervi olfattivi che successivamente attraversano la lamina cribrosa dell'etmoide e terminano nei rispettivi

bulbi olfattivi del rinencefalo. L'orientamento opposto dei turbinati etmoidali avrebbe la funzione di far ruotare il flusso di aria inspirata nel senso centripeto, se vicino alla lamina perpendicolare e nel senso opposto, se lontano da esso. In questo modo, una maggiore quantità di molecole odorifere verrebbero in contatto con la mucosa olfattiva: come un cucchiaino che mescola zucchero in una tazzina di acqua, ruotato prima in un senso e poi nell'altro. La disposizione geometrica dei turbinati etmoidali rifletterebbe quella funzionale dei nervi olfattivi. Nel Gatto, Miller M. A. et al., (2010) hanno trovato una precisa correlazione topografica tra la disposizione dell'epitelio olfattivo attorno ai turbinati etmoidali e l'organizzazione nervosa dei bulbi olfattivi rinencefalici. Inoltre, i neuroni olfattivi mostrerebbero una tipica fascicolazione, strutturata in modo gerarchico. Come accennato, questa lamina cribrosa dell'etmoide ha disposizione trasversale rispetto all'altra lamina, detta appunto perpendicolare e che si trova sul piano sagittale. Divisa in due metà, la lamina cribrosa ha due facce: la endocranica e la esocranica. La prima è concava (fossa etmoidale) e riceve il bulbo olfattivo del cervello. I suoi fori servono per il passaggio dei nervi olfattivi. Nella lamina cribrosa, esistono circa due-trecento fori, raggruppati in sei-dieci, ciascuno isolato dall'altro da lamelle ossee più sviluppate. Questi fori non hanno grandezza omogenea ed al loro fondo, si aprono minuscoli orifizi multipli. Per cui, i fori superiori sarebbero fossette contenenti orifizi secondari. La faccia anteriore della lamina cribrosa (faccia esocranica) dà impianto alle masse laterali, un ammasso di foglietti ossei arrotolati su se stessi dal lato mediale, mentre lateralmente sono avvolti da una lamina ossea comune (lamina papiracea) a cui si attaccano. Medialmente, la lamina papiracea raggiunge la perpendicolare a cui è ancorata. La lamina papiracea forma una specie di galleria, chiusa posteriormente dalla lamina cribrosa, aprendosi dalla parte opposta, nelle cavità nasali. Gli etmoturbinati sono lamine ossee, arrotolate su se stesse a cornetto. Con la base, sono inseriti sulla lamina cribrosa, lateralmente sulla superficie interna della lamina papiracea. Il loro margine mediale e l'estremità rostrale sono libere. Dalla lamina principale possono derivare lamelle secondarie ed anche terziarie, formanti volute più piccole. L'arrotolamento della lamina principale avviene verso il basso. A volte, c'è una robusta lamina secondaria attaccata alla convessità della lamina principale e arrotolata in senso inverso. In questo caso, la voluta etmoidale si presenta sdoppiata dal lato mediale: una parte si arrotola ventralmente e l'altra, dorsalmente. Da qui, la denominazione di ecto ed endoturbinati. Gli stretti spazi tra le volute sono i meati etmoidali che nell'insieme formano una struttura labirintica: labirinto etmoidale o olfattivo, comunicante con lo stretto spazio, tra massa laterale e lamina perpendicolare, che in effetti è il fondo del meato comune della fossa nasale. Le volute etmoidali hanno una specifica disposizione spaziale: si riconoscono delle volute endoturbinati, in genere più voluminose e delle volute ectoturbinati, più laterali e più piccole. Le formazioni più dorsali sono le più sviluppate. Le volute endoturbinati sono quelle che si portano medialmente fino in vicinanza della lamina perpendicolare. La prima di queste, cioè la più dorsale, è sempre la più grande di tutte e prende perciò nome di **grande voluta etmoidale**: penetra più o meno nella fossa nasale tra il cornetto dorsale e il cornetto ventrale ed è per questo denominata anche cornetto medio o *Concha nasalis media*. Il cornetto medio non è tutto arrotolato su se stesso come gli altri endoturbinati. E' globoso e con una definita cavità che si apre nel naso (cornetto medio). Le volute ectoturbinati sono più piccole e più numerose delle precedenti. Sono più laterali e

nascoste da quest'ultime. Perciò, non sono visibili su sezioni sagittali della testa. Formano una fila più o meno serrata e in certe specie (Cavallo) si sovrappongono in modo da formare due piani.

VIE OLFATTIVE. Nella specie umana, il sistema olfattivo è fatto da varie strutture nervose la cui parte iniziale è data dalle cellule recettrici olfattive. Negli esseri umani, l'epitelio olfattivo è ridotto a soli circa 5 cm² di area. Il bulbo olfattivo è la sede dei glomeruli olfattivi. Ad esso segue il peduncolo che termina posteriormente nel trigono olfattivo. Nell'Uomo, l'epitelio olfattivo è ridotto a soli circa 5 cm² di area. Nell'Uomo, questo si divide in tre radici: la mediale, la laterale e la media. Ogni radice raggiunge la rispettiva area corticale.

1. Radice mediale. S'incurva medialmente ed in alto, formando l'area settale. Questa è divisa in area paraolfattiva e circonvoluzione sottocallosa.
2. Radice laterale. Si porta lateralmente tra *limen* ed *uncus*. Termina nei gyri *ambiens* e *semilunaris*. In realtà, *limen* ed *uncus* sono il *lobo piriforme* che è chiamato anche *area entorinale*.
3. Radice media. Termina nello spazio perforato anteriore, formando il *tubercolo olfattivo*.

A differenza di altre vie sensitive centrali, tutte queste vie olfattive raggiungono la corteccia senza interruzioni di nuclei di relè diencefalici. Intercalato tra le cellule epiteliali della mucosa olfattiva, verso le parti profonde delle cavità nasali, c'è il protoneurone della via olfattiva che è una cellula bipolare. Il suo prolungamento citoplasmatico cellulipeto ha l'aspetto di un ciglio. Il cilindrase di questa cellula raggiunge il bulbo olfattivo, avendo attraversato la lamina cribrosa dell'etmoide. Nell'insieme, questi cilindrassi formano il nervo olfattivo.

In ciascun bulbo olfattivo, ci sono minuscole formazioni definite *glomeruli*, dove avviene l'articolazione tra il proto-neurone ed il deuto-neurone (cellula mitrale). I cilindrassi delle cellule mitrali sono all'interno del peduncolo olfattivo, raggiungendo i centri corticali che sono due: un'area sensoriale (lobo piriforme) ed una di associazione (area settale):

- Area olfattiva sensoriale, o lobo piriforme, o area entorinale. Si trova nel lobo temporale.
- Area di associazione e di centri riflessi: comprende l'area settale e lo spazio perforato anteriore. Si trova nel lobo frontale.

Il lobo piriforme e l'area settale sono anche collegati con l'archicortex dell'ippocampo e del nucleo amigdaloideo. Queste formazioni non hanno vero significato olfattivo: sono sia centri associativi intra o interemisferici, sia centri di proiezione verso centri sottostanti. Ciò ne dimostra la complessità, potendo per via riflessa, originarsi dalle vie olfattive, meccanismi generali di natura vegetativa.

Informazione quantistica cerebrale. In ogni istante, l'esperienza cosciente ha una vasta quantità d'informazione: scene visive, suoni, odori, sensazioni tattili, emozioni, pensieri, ricordi. In che modo il cervello elabora ed integra all'istante tutte queste informazioni? In che modo input sensoriali diversi sono integrati in una esperienza cosciente unificata? Perché alcuni stati di coscienza definiti qualia, come il rossore del rosso, sono tanto difficili da descrivere e di comunicare? L'idea della *coscienza quantistica* che comprime i dati secondo le regole del mondo dei quanti ne è la risposta?

41) Riflesso della prensione. Nel riflesso della prensione, anche se si tratta di un atto automatico e involontario, c'è un minimo d'esperienza cosciente (coscienza extra), essendoci un sottile campo di coscienza (quanti di coscienza) che la sottende. Il riflesso della prensione c'è anche in bambini anencefali e in questi casi, non c'è alcun segno di coscienza, così come intesa negli esseri umani. Ricerche di oltre settant'anni fa mostrarono che è un atto involontario, presente nell'Uomo e nei primati. Secondo Giordano (1955), quando un bambino normale può camminare da solo, il riflesso della prensione scompare. Ciò implicherebbe il pieno controllo volontario dei piedi.

Per Bollea G, Ederli A. (1949), dopo i dodici mesi nel bambino si realizza la prensione volontaria che da quest'età diventa sinergica per la collaborazione dei muscoli agonisti ed antagonisti. Il riflesso della prensione diventa anche pluricettivo con attivazione degli esterocettori e propriocettori, espressione dell'atto corticale. La comparsa della prensione volontaria nel bambino ha un significato più ampio di un semplice atto motorio. Fino a questo punto, il bambino portava tutto alla bocca, perciò la ricca innervazione labiale e linguale gli forniva informazioni sul mondo esterno. In un secondo tempo, si servirà delle dita nell'esplorazione delle forme, della consistenza e delle superfici e calore delle cose. Secondo alcuni, il manifestarsi nel bambino dei fenomeni della prensione implica il coinvolgimento dei lobi frontali. Sembra che abbiano queste funzioni la parte interna dell'area 6, detta area motoria supplementare e la prima circonvoluzione limbica.

In rapporto con le scimmie antropomorfe, lo sviluppo motorio del bambino è più lento. Nel bambino, il riflesso – automatico e involontario – di questo tipo di prensione tende a scomparire verso il decimo mese di vita. Altri a.a. studiarono il riflesso della prensione sotto la pianta del piede, vedendolo scomparire quando il soggetto imparava a camminare, diventando atto volontario.

i. BAMBINI. RIFLESSO DELLA PRENSIONE INVOLONTARIO → COSCIENZA EXTRA

ii. BAMBINI. RIFLESSO DELLA PRENSIONE VOLONTARIO → COSCIENZA NORMALE

C'è da dire che la sensibilità mentale è diversa dalla sensibilità neuronale, perché costituita dalla dinamica di altre interazioni senzienti. È una sensibilità di ordine superiore, emergente da una base di sensibilità neuronale, inserita nello stato omeostatico dell'intero organismo. In tal modo, la sensibilità soggettiva è più complessa nella sua organizzazione dinamica e quindi esemplifica delle proprietà emergenti che non trovano corrispondenza nei livelli inferiori. Nei bambini anencefali che hanno il riflesso della prensione, c'è solo la sensibilità nel midollo spinale, parte minima del *continuum di coscienza*, Searle J.R. (2012). Questo continuum sarebbe un riverbero comunque di coscienza extra. Si può scrivere:

RIFLESSO DELLA PRENSIONE INVOLONTARIO → SENSIBILITÀ NEURONALE

Hines M. (1942 e 1947), esaminò il riflesso della prensione in 24 scimmie, scegliendole tra differenti famiglie. L'autore concluse che il riflesso della prensione era provocabile nelle prime fasi dell'età evolutiva: è molto valido nei primi mesi di vita, va diminuendo d'intensità fino a scomparire. In alcuni gorilla, questo tipo di riflesso era ancora presente, sia alle mani sia ai piedi intorno ai **14 mesi** di vita. In altri tipi di scimmie, scompariva verso i **16 mesi** e in altre si protraeva, ma appena evidente, fino ai **due anni**. Tali osservazioni autorizzano ad affermare che nelle scimmie come nell'Uomo, il riflesso della prensione si manifesta nelle prime fasi dell'età evolutiva scomparendo gradualmente.

SCIMMIE. RIFLESSO DELLA PRENSIONE INVOLONTARIO



COSCIENZA EXTRA

SCIMMIE. RIFLESSO DELLA PRENSIONE VOLONTARIO (intorno ai 14 mesi di vita)



COSCIENZA NORMALE PER UN PRIMATE

IL RIFLESSO DELLA PRENSIONE NELLA SPECIE UMANA.

Il riflesso di presa palmare è presente nel neonato ed è una risposta primitiva, prensile e involontaria a uno stimolo meccanico. Appare intorno alla 16a settimana (4° mese) di gestazione e può essere evidenziata nei neonati prematuri già a 25 settimane di età post-concezionale. Il riflesso palmare avviene già nel periodo fetale, quando il bambino afferra il cordone ombelicale. Nei bambini prematuri, il riflesso palmare segue lo stesso arco temporale dei bambini nati a termine.

La presa palmare è regolata dai centri cerebrali superiori, sebbene sia un riflesso spinale. Le fibre nervose afferenti comprendono i nervi sensoriali ulnare e mediano che innervano la superficie palmare. Il centro di collegamento spinale è nel midollo spinale cervicale e le fibre nervose efferenti (nervi motori) attivano i flessori e gli adduttori della mano. La corteccia premotoria, la corteccia supplementare e la corteccia motoria cingolata del cervello sono implicate nel controllo del riflesso di presa, attraverso gl'interneuroni spinali.

Il riflesso scompare entro i **sei mesi di età**, a significare la maturazione corticale e lo sviluppo di tappe motorie volontarie. Un riflesso debole prima dei sei mesi, o la persistenza del riflesso anche dopo i sei mesi, implica un'anomalia di fondo. Una risposta debole può coinvolgere alcuni nervi periferici, come una lesione alle radici, al plesso, o al midollo spinale. La persistenza del riflesso oltre i sei mesi è spesso presente nella paralisi cerebrale spastica. Può anche ricomparire in età adulta, indicando una lesione corticale che colpisce la corteccia frontale mediale o laterale, come per un ictus ischemico, o emorragico. La lesione al centro superiore rimuove l'inibizione corticale, portando al rilascio del riflesso primitivo, Aabha A. Anekar, (2022).

C'è dunque discrepanza tra la scomparsa del riflesso della prensione nella specie umana - in genere entro il sesto mese di vita - e le scimmie nelle quali scompare intorno ai sedici mesi di vita, ma che in alcuni tipi di scimmie, rimane fino ai due anni. Potrebbe esserci correlazione circa alcuni aspetti della corticogenesi cerebrale. Nell'Uomo, la densità sinaptica della corteccia frontale raggiunge il suo apice verso i cinque anni di vita. Nella scimmia, questa densità è in aumento negli ultimi periodi di vita intrauterina e primi mesi dopo la nascita.

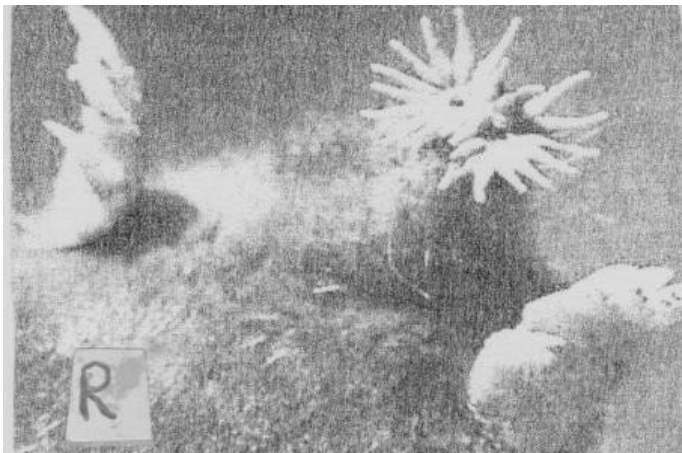
42) La sensazione nel meccanismo neuro ormonale che regola la discesa del latte nella mammella. - C'è un tipo di risposta neuroormonale ben evidente nella mucca in lattazione, ma presente in tutti i mammiferi donna compresa, anche se con alcune varianti. Nella bovina in lattazione, la discesa del latte è regolata dall'ormone *ossitocina* la cui produzione dipende da stimoli provenienti da specifiche **aree corticali**, collegate alla coscienza. Cioè l'animale dev'essere cosciente di alcuni tipi di stimoli e di trovarsi in una definita situazione. Rendersi conto di una nuova situazione mette in movimento numerose immagini mentali. Solo in questo caso, l'animale provvede all'allattamento del vitello. La discesa del latte si arresta se il vitello muore, o se il contadino non munge la mucca. L'ossitocina è un ormone prodotto dai nuclei sopraottici e paraventricolari dell'ipotalamo; migra lungo le fibre nervose del tratto ipotalamo ipofisario; si raccoglie nella neuro ipofisi e da qui entra nel sangue. Tramite la via sanguigna, raggiunge specifici siti dove agisce. Una delle

funzioni dell'ormone è di avviare la discesa massiccia del latte nella mammella dopo il parto, agendo sulle *cellule a canestro* o *cellule mioepiteliali di Böll* che circondano la miriade di alveoli mammari. La contrazione delle *cellule mioepiteliali di Böll* comporta aumento della pressione intra mammaria e immediata fuoriuscita lattea dai dotti papillari. Perché possa liberarsi *ossitocina*, è necessario che stimoli meccanici, prodotti nei capezzoli, veicolati lungo vie spinali nervose, raggiungano aree cerebrali corticali, diventando coscienti. Da questi centri superiori, partono altri impulsi nervosi diretti ad aree ipotalamiche preposte – i nuclei sopraottici e paraventricolari – producendo ossitocina. Si tratta di un riflesso neuro – ormonale che inizia dai recettori nervosi del capezzolo. Al momento della suzione da parte del vitello, lo stimolo neuro – ormonale e la produzione di ossitocina hanno la preminenza sulle altre sollecitazioni e condizionano il comportamento dell'animale. Secondo Hollander E. et all. (2003 e 2006), l'ormone agirebbe in modo diretto su alcune aree corticali, condizionando il comportamento umano e animale. L'input che innesca la discesa lattea nella mammella, incrementando la pressione intramammaria, parte dai capezzoli, provvisti di fitte terminazioni nervose sensitive. La suzione del vitello, o stimoli prodotti durante la mungitura della vacca fanno partire input che non raggiungono in modo diretto i centri sottotalamici, deputati alla produzione e secrezione di ossitocina, ma sono diretti a specifiche aree neocorticali. A questo livello, la vacca diventa cosciente di una determinata situazione: la poppata del vitello, o l'azione del mungitore. Ci si chiederebbe del perché l'animale debba essere cosciente di ciò? E' probabile che a livello neocorticale, in seguito a specifici input provenienti dai capezzoli mammari, si generino immagini mentali consequenziali. Sono queste che in un modo o nell'altro hanno incidenza nel determinare la discesa del latte. Ancor prima che l'ormone ossitocina agisca, è necessaria la formazione di specifiche immagini mentali bidimensionali. Il riflesso neuro – endocrino, connesso alla deiezione lattea, esteso alla specie umana, sembrerebbe rafforzare la teoria delle correlazioni quantistiche sulla Mente, in alternativa al comportamentismo logico di Fodor J.A., secondo il quale il comportamento umano sarebbe la risultante di una catena di eventi neuro-fisiologici. Invece, alla base di tali eventi neuro-ormonali agirebbero specifiche immagini bidimensionali all'interno della Mente.

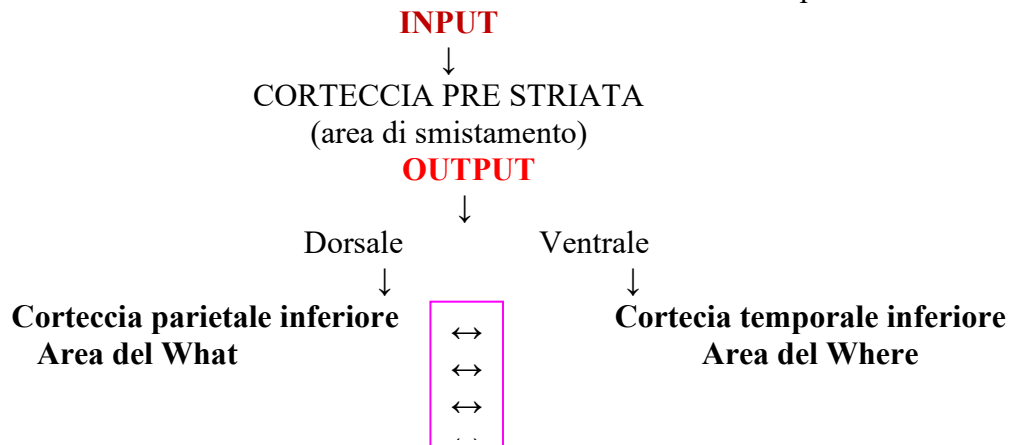
43) La sensazione nella talpa col naso a stella - Il naso di una talpa che vive nel nord-est del Canada e della parte nord degli Stati Uniti, è uno degli organi sensoriali più strani, oltre al dente di Narvalo. Questa razza di talpe, dal naso a stella, passa la gran parte del tempo scavando nei terreni fangosi alla ricerca d'insetti e vermi. Come altri tipi di talpe, questi animali hanno forti zampe anteriori, adatte a scavare e smuovere la terra. Hanno un *naso a stella* con tentacoli carnei che s'irradiano lungo i bordi esterni delle narici. Il *naso a stella* protrude tra gli occhi piccoli e dalla debole vista. Ogni narice è prolungata da una rosa di undici tentacoli, simili ad escrescenze carnose. Ogni tentacolo ha una lunghezza di circa mezzo centimetro, ma nei soggetti adulti alcuni di essi possono arrivare fino a due centimetri. Per un animale di piccola taglia, quel tipo di naso è davvero prominente e può essere coinvolto in funzioni gustative ed odorifere. Tuttavia, la vera funzione di quei tentacoli nasali è di fornire una spiccata sensibilità tattile, più di un dito umano. Sembrano fatti per sentire la fisicità del terreno che la talpa scava, ma non per gustarla, o per odorarla. I tentacoli non afferrano oggetti, o eseguono funzioni simili alle dita. Sono solo organi tattili altamente specializzati che vibrano sul terreno con una frequenza di circa **10 Hz** mentre la talpa è in cerca di vermi. Gli undici tentacoli contengono circa 50.000 terminazioni nervose, specializzate per la sensazione tattile. In comparazione, la mano di un uomo che è molto più grossa, contiene solo circa 17.000 corpuscoli sensitivi per il tatto. Coi loro cento milioni di recettori olfattivi, i cani hanno capacità odorifere di gran lunga superiori all'Uomo. In base alla quantità di terminazioni nervose contenute nel *naso a stella* della talpa del nord America, si può concludere che questa struttura è tra i migliori organi sensoriali tattili nei mammiferi. In modo indiretto,

esperimenti sulla mano umana sembrano confermare questa ipotesi. La sensibilità tattile può essere quantificata in base alla distanza tra due punti di stimolazione, appena siano riconosciuti come punti separati. A tal proposito, le ricerche scientifiche hanno trovato che la *distanza minima di separazione* nelle palme delle mani è non meno di otto millimetri. Questa distanza permette di percepire come distinti due punti di stimolazione. Al di sotto di questa distanza, si sente un'unica stimolazione, non due. Le punta delle dita sono più sensibili, essendo la distanza di separazione meno di due millimetri. I risultati degli esperimenti sul tatto si raccordano bene con la distribuzione degli esterocettori nella pelle. Sulla punta di un dito, ci sono più di duecento recettori sensoriali per cm², due volte di più che nelle parti centrali della mano. Duecento recettori per cm² vuol dire che sulla superficie di un dito, in un'area come la testa di uno spillo, ci sono quasi sei recettori tattili. La foto indicata con la lettera **R** ritrae una talpa dal naso a stella. E' visibile anche l'apertura della narice destra. In primo piano sono evidenti le forti zampe anteriori, usate per scavare nel terreno.

Foto R



44) Sistemi neuronali del dove e del che cosa - Due vie principali elaborano 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 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 è 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 caso specifico, *l'area mentale* 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. Tale area è connessa a un campo quantistico speciale, dove spazio fisico e tempo fisico hanno altre valenze? Molti scienziati affermano che in alcuni campi quantici, lo spazio e il tempo siano scollegati. Alcuni pensano che la dimensione temporale non esista, 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 cui sarà realizzata l'imitazione. Ritornando allo schema sulle vie visive, *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 può localizzarlo. 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 a identificare ciò che vede, malgrado dichiararsi di vederlo bene. In queste patologie, è probabile che l'interruzione di una delle due vie corticali 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 cosciente. Questo tipo di ancoraggio può essere lasso, alterato o non esistere e la Mente può agire in modo ottimale, o limitato. Lo scienziato Penrose scrive a proposito della Mente umana: “Molto di ciò che fa il cervello potresti farlo su un computer. Non sto dicendo che tutte le azioni del cervello siano proprio diverse da quelle che fai su un computer. Sostengo che le azioni della coscienza sono qualcosa di diverso. Non dico che la coscienza sia al di là della fisica, anche se dico che è al di là della fisica che conosciamo... La mia affermazione è che deve esserci qualcosa nella fisica che non comprendiamo ancora, che è di carattere non computazionale. Non è specifico del nostro cervello; è là fuori, nel mondo fisico.”.

45) SVILUPPO TROPPO RAPIDO DELLA MASSA CEREBRALE: ELEFANTE-DELFINO CON MODULI CEREBRALI MENO EFFICIENTI –

Razze estinte di delfini dell'Eocene avevano una massa cerebrale molto superiore a quella degli odierni cetacei. **Sviluppo della massa cerebrale meno rapida: Homo Sapiens sapiens.**

Negli ultimi centomila anni, la massa cerebrale di *Homo Sapiens sapiens* si è andata riducendo, ma è migliorata la resa dei moduli cerebrali. Homo di Neanderthal aveva il volume cerebrale superiore a quella di *Homo Sapiens sapiens*. Smaers J. B. et al., (2021), hanno raccolto dati sul cervello e sul corpo - quantificati come massa volumetrica - dalla letteratura, oltre ad aver esaminato centinaia di reperti fossili. I risultati rivelano che i mammiferi con cervello più voluminoso hanno raggiunto dimensioni corporee mediante percorsi filogenetici molto divergenti. Cinque gruppi di mammiferi (elefanti, grandi scimmie, ominidi, odontoceti e delfinidi) hanno il più elevato rapporto cervello-corpo, seguendo traiettorie stranamente diversificate. Gli elefanti sono il caso più semplice, poiché si sono evoluti direttamente dal grado ancestrale dei mammiferi, aumentando le dimensioni corporee al contempo, ma più rapidamente, quelle del cervello. Nelle balene dentate e delfinidi, la dimensione relativa del cervello è aumentata in modo più graduale.

Nei mammiferi con elevato volume dei lobi cerebrali, ci sono tre condizioni anatomiche:

1. Collo corto.
2. Riduzione dell'estensione dei seni paranasali e delle ossa frontali.
3. Prensione degli alimenti, effettuata con la proboscide (Elefante), o tramite il mezzo liquido come il mare (delfino e cetacei in genere), oppure tramite le mani (Uomo).

Lo sviluppo encefalico è collegato inoltre allo sviluppo corporeo.

Perché si sviluppino spiccate asimmetrie tra i due lobi cerebrali, sarebbero indispensabili alcune caratteristiche della circolazione sanguigna. Questo argomento sarà sviluppato nel presente studio comparato. C'è da fare qui una considerazione.

In Homo di Neanderthal, male si conciliavano encefalo voluminoso ed elevata velocità sistolica nelle arterie cerebrali medie, verosimilmente di calibro superiore a quelle di *Homo Sapiens sapiens*: il volume cerebrale, essendo superiore nell'Uomo di Neanderthal.

N.B. La velocità di flusso in un tubo (arteria) è inversam. proporz. al calibro dello stesso tubo.

Sherwood et all. (2002), hanno effettuato ricerche morfometriche, rilevando la differente disposizione della fossa mandibolare nelle grosse scimmie rispetto all'Uomo. Gli autori hanno effettuato studi su 12 uomini adulti, 12 scimpanzé, 15 gorilla e 8 orangutan. La fossa mandibolare nell'Uomo è mediale, ma laterale nelle grosse scimmie. Negli ominidi, c'è la stessa ubicazione dell'Uomo moderno e la fossa mandibolare è in entrambi ampia. Per gli autori, queste differenze sono rapportabili alla funzione masticatoria e allo sviluppo cranico in senso laterale (Fig. 14).

FIG. 14



46) 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 e un'ottima memoria di lungo termine, finalizzata in particolare alla ricerca di cibo e 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*, compreso i rivestimenti meningei.

- **Elefante: 4.700 gr. in media (4050 – 5220)**
- **Scimpanzé: 350 gr. “ (330 – 370)**
- **Uomo: 1.400 gr. “ (1350-1450)**

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.E.) che è il rapporto *massa cerebrale/massa corporea* è:

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

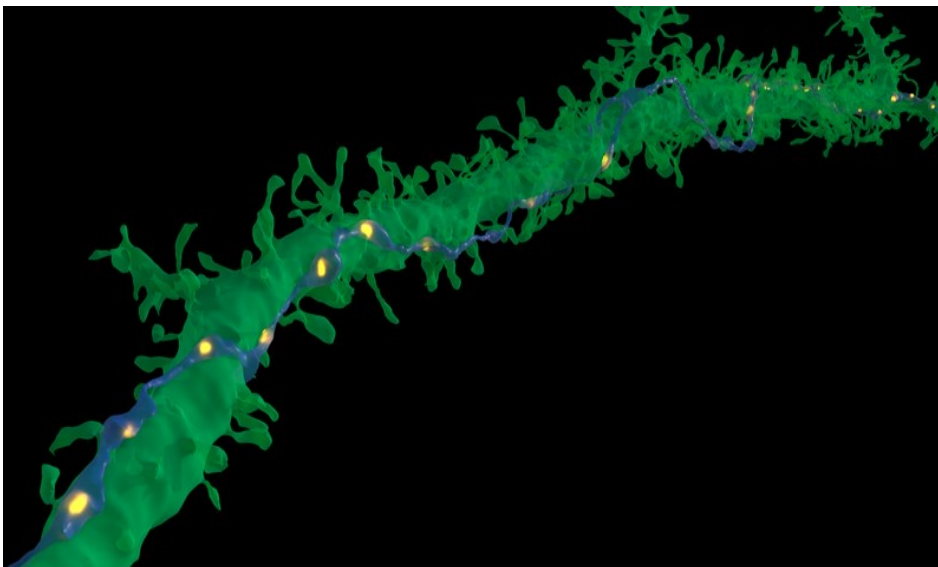
Numero dei neuroni cerebrali.

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

Nell'Elefante, la riduzione della densità neuronale è accompagnata dall'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 che attraversano 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 eccessivo rispetto a quello del cervello in toto, limitando l'efficienza delle interconnessioni neurali, (Changizi M.A., 2007).

Da Wikipedia → Per calcolare il QE bisogna conoscere il fattore di cefalizzazione C, calcolabile con la formula: $C = E/(S)r$ - dove E è il peso del cervello, S è il peso del corpo e la potenza r è una costante che viene determinata empiricamente. Due dei possibili valori di r per i mammiferi sono 0,56 e 0,66. Per trovare il quoziente di encefalizzazione bisogna dividere C per il valore di un mammifero medio.

Il cervello umano ha 100 miliardi di neuroni e circa 1.000 trilioni di connessioni sinaptiche. La struttura interna di ogni neurone è ricca e diversificata, ma con un consumo energetico di soli 20 watt circa. Nel cervello umano, c'è una classe di connessioni sinaptiche alquanto rare, ma molto potenti, dove una coppia di neuroni può essere collegata da più di 50 sinapsi individuali. Il 96,5% dei contatti, tra gli assoni e le cellule bersaglio, ha una sola sinapsi, ma lo 0,092% ha quattro, o più connessioni sinaptiche. Ulteriori studi su queste connessioni multiple potrebbero rivelarne il ruolo funzionale nel cervello. Forse, ad esempio, queste forti connessioni sono il modo con cui il cervello ottiene risposte neurali veloci, o il modo per codificare ricordi molto importanti.



In casi molto rari, un singolo assone (blu) ha stabilito ripetute connessioni sinaptiche (punti gialli) con un neurone bersaglio (verde). Lo scopo di queste strette connessioni non è chiaro. Foto ricavata dal materiale scientifico di Viren Jian, ricercatore e responsabile tecnico, connectomics presso Google.

Media del volume dei neuroni.

- ELEFANTE: $4.200 \mu\text{m}^3$. Ci sono cellule voluminose, in particolare le piramidali. Il volume dei neuroni corticali eccelle quello degli 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.

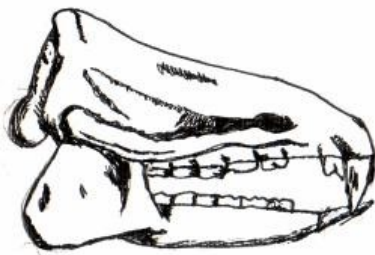
Cervello di Uomo, Elefante, Scimpanzè e Delfino. Aspetti di efficienza comparativa.

- 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 l'interconnessione ottimale con stimoli nervosi di breve durata. C'è minore connettività corticale globale e 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 di un singolo modulo, indicato come circuito neuronale locale (LCNs), in connessione singola con neuroni di moduli adiacenti. Dagli scimpanzè all'Uomo, c'è incremento del volume corticale e una LCNs che va dal 93% al 98%. Viceversa, dall'Elefante all'Uomo, la LCNs decresce dal 98% al 91%.

Poth C. et all. (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.

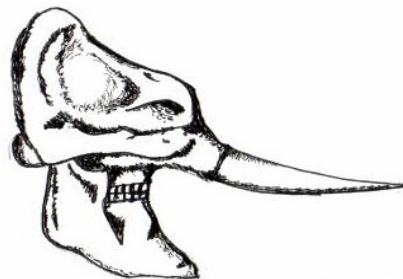
EVOLUZIONE DEL CRANIO DEI PROBOSCIDATI

FIG. 11



EOCENE

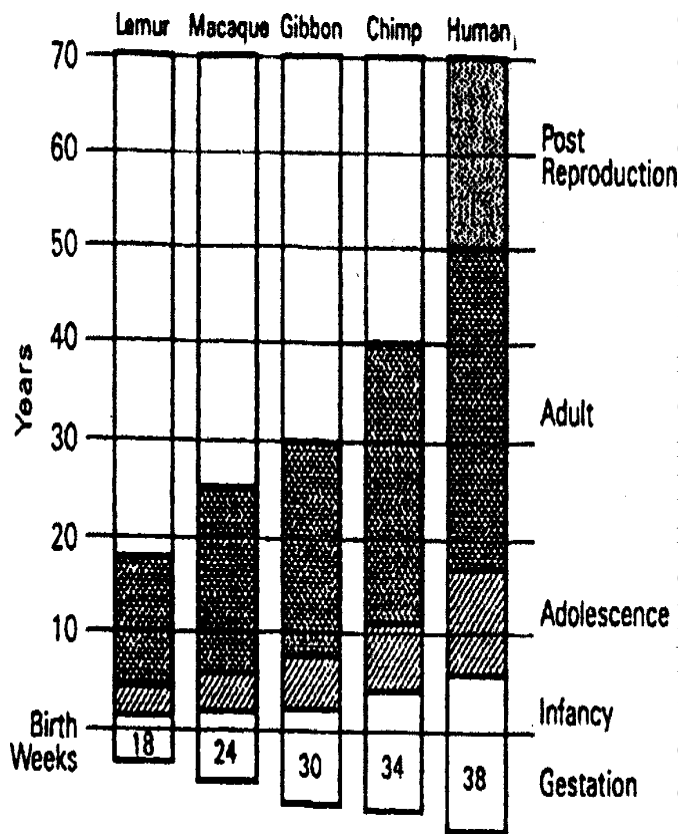
FIG. 12



PLEISTOCENE

Fig. 11, 12 - In un mammifero come l'elefante nella sua evoluzione, è avvenuto la riduzione dello splanchnocranio e il rapido incremento del neurocranio, correlati alla prensione degli alimenti con la proboscide. In alcune specie come elefanti e delfini, lo sviluppo cranico, correlato tra l'altro alla prensione degli alimenti, è stato molto più elevato e rapido, rispetto alla specie umana.

Cervelli fetali ed adulti. Differenze tra Uomo e primati. Nel periodo fetale

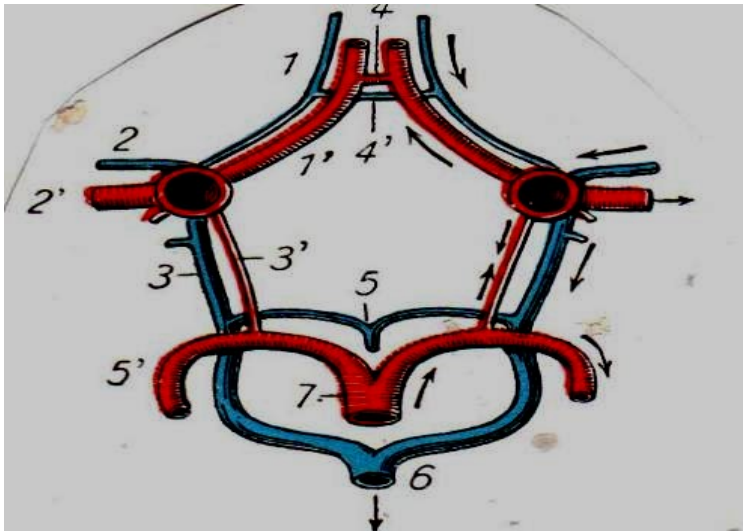


e nei primi periodi di vita extrauterina, differente è il grado di sviluppo volumetrico del cervello tra esseri umani e scimmie, come la tabella, tratta dal lavoro di Rappoport (1999), illustra. Nella specie umana, lo sviluppo pre-natale del cervello è molto accentuato. La discrepanza è minima tra Uomo e scimpanzé, ma si accentua dopo la nascita. Rappoport afferma che nell’Uomo, la densità sinaptica della corteccia frontale raggiunge l’apice verso i cinque anni di vita. Nella scimmia, questa densità s’incrementa negli ultimi periodi di vita intrauterina e primi mesi dopo la nascita.

47) Parallelismo tra circolo di Willis arterioso e venoso.

La corretta emodinamica cerebrale ne incrementa l’efficienza energetica, minimizzando la produzione di entropia nei suoi circuiti neurali.

Le tre similitudini della fisica, descritte in precedenti studi sull’emodinamica renale e sulla circolazione sanguigna sistemica, saranno qui riproposte a proposito della sovrapposizione spazio – temporale dei poligoni di Willis (arterioso e venoso), dei sistemi vascolari artero - venosi, oltre ai meccanismi fisici finalizzati alla riduzione dell’energia cinetica, inerente al flusso sanguigno nel cervello e in altri distretti corporei. Il cervello è una energica macchina termodinamica. Determinante per il mantenimento costante dei suoi parametri di pressione sanguigna ne è la geometria vasale. Il tasso metabolico del cervello umano è elevato, protetto dalla struttura rigida della scatola cranica. Il flusso sanguigno cerebrale ad alto volume ne raffredda e stabilizza la temperatura. La geometria dei suoi vasi arteriosi e venosi ne prevengono eccessive pressioni sanguigne, in particolare se il cranio è tenuto per molto tempo al di sotto della base cardiaca. La geometria vasale cerebrale contribuisce a mantenere costante l’indice di pulsatilità locale, regola la resistenza cerebrovascolare e la pressione di perfusione cerebrale. Zhou C. et all. (2021), hanno trovato che, come altri organi, il cervello segue le leggi termodinamiche. I suoi parametri termodinamici potrebbero descrivere lo stato del sistema neurale. Nel cervello, gl’incrementi di energia totale e di energia libera sono accompagnati dalla diminuzione dell’entropia, quando il sistema viene attivato. Nei rami del Poligono di Willis, GuanyuZhu et all., (2015) hanno rilevato la pressione sistolica, la pressione diastolica e la pressione media rispettivamente **16,1 kPa (120,7 mmHg)**, **10,97 kPa (82 mmHg)** e **12,7 kPa (95 mmHg)**. Inoltre, la differenza di pressione sistolica nei punti di origine e di terminazione delle comunicanti posteriori è uguale a zero.



Parallelismo del poligono venoso e del poligono arterioso alla base dell'encefalo.

1, v. cerebrale anteriore; 1', a. cerebrale anteriore; 2, v. insulare; 2', arteria cerebrale media; 3, v. basilare; 3', a. comunicante posteriore; 4, a. comunicante anteriore; 4', vena comunicante anteriore; 5, v. comunicante posteriore; 5', a. cerebrale posteriore; 6, v. *cerebri magna*; 7, tronco basilare.

Le similitudini della fisica: geometrica, cinematica e dinamica sottendono la regolarità del flusso sanguigno cerebrale. A lato, si evidenzia l'omologa geometria tra i due poligoni di Willis, arterioso e venoso, l'uno sovrastante l'altro.

Se un dispositivo di stabilizzazione della pressione idrostatica del sangue è concentrato a livello del circolo di Willis, un analogo dev'essere presente a livello della circolazione venosa del cranio. Nell'Uomo e in diverse specie di mammiferi, questo dispositivo è presente alla base cranica, dove in parallelo al circolo arterioso di Willis, ce n'è uno sottostante venoso. La figura dei due poligoni, quello arterioso e quello venoso, sovrapposti è stata presa da Testut & Latarjet, (1966).

Omeostasi emodinamica. L'omeostasi dell'emodinamica si riferisce alla regolazione della circolazione sanguigna per le esigenze di organi e tessuti. Questa omeostasi comporta un'intima interazione tra i bisogni metabolici periferici, gli adattamenti vascolari per soddisfare questi bisogni e l'adattamento cardiaco che dà forza trainante alla circolazione del sangue.

Regolazione cardio-vascolare. Le tre variabili che riflettono l'omeostasi della regolazione cardiovascolare, sono: la pressione arteriosa sistemica media, la gittata cardiaca e la resistenza vascolare sistemica totale.

Regolazione statica. La regolazione della circolazione sanguigna dipende da una componente statica, basata sulle proprietà fisiche dei vasi sanguigni e sulle proprietà del fluido che li attraversa.

Regolazione dinamica. A questa regolazione statica, si sovrappone la regolazione dinamica dei sistemi di controllo locale e dei sistemi di controllo che adattano lo stato emodinamico all'esigenze generali dell'organismo. La circolazione globale dinamica è regolata da strutture di controllo ormonali e neurali, interagenti al fine di mantenere la pressione sanguigna nella norma.

Le tre similitudini della fisica stanno alla base della corretta emodinamica cerebrale, in particolare a livello dei due poligoni di Willis, il venoso e l'arterioso.

1. SIMILITUDINE GEOMETRICA

I due poligoni di Willis (venoso ed arterioso) si dicono simili dal punto di vista geometrico se c'è corrispondenza biunivoca tra gli elementi dei due sistemi ed il rapporto di **segmenti omologhi** ha valore costante **L**. Questo rapporto costante è da considerarsi la scala di riduzione delle lunghezze. Il verificarsi di tale ipotesi porta, nei due poligoni simili, all'uguaglianza di segmenti omologhi, di angoli omologhi, ad un rapporto tra aree omologhe (aree cerebrali circoscritte dal rispettivo

poligono) e ad un rapporto tra volumi omologhi: il volume del flusso sanguigno all'interno di ciascun poligono, in un determinato lasso di tempo.

2. SIMILITUDINE CINEMATICA

I due poligoni, geometricamente simili, lo saranno anche dal punto di vista della cinematica se il rapporto tra le **velocità** di due dei qualsiasi punti omologhi è **costante**. Tale rapporto si indica con **V** che è la scala di riduzione delle velocità. Essendo $V = L/t$, fissata la scala di riduzione delle lunghezze **L**, è definita la scala di riduzione dei tempi **t**. Nei due poligoni (arterioso e venoso), la circolazione sanguigna ha velocità uniforme, però nel cono venoso la forza di gravità **2g** è importante nel corretto deflusso. Lo scorrimento del sangue venoso ed arterioso avviene entro parametri tra loro direttamente proporzionali. Idem, l'intervallo di tempo tra due uguali quantità (volumi) di sangue in segmenti tra i due poligoni, anch'essi uguali.

3. SIMILITUDINE DINAMICA

Due sistemi (il poligono arterioso e quello venoso) che sono da considerarsi simili dal punto di vista della cinematica, lo saranno anche rispetto ai principi fisici della dinamica, se il rapporto tra le **forze omologhe** agenti su di essi è costante. Tale rapporto s'indicherà con **F** e definisce la scala di riduzione delle forze.

Perché il flusso sanguigno nei due poligoni di Willis abbia parametri simili, devono verificarsi le seguenti condizioni:

La similitudine geometrica impone:

$$D1 = L D2$$

D1: dimensione totale del sangue nel poligono arterioso.

D2: dimensione del sangue nei medesimi tratti del poligono venoso.

L: scala di riduzione delle lunghezze, o di riduzione dei tempi t. In questo caso, L è uguale a 1.

Similitudine cinematica: impone che tra i due poligoni, in ogni loro punto, c'è uguaglianza dei rapporti delle velocità sanguigne arteriose e venose, compreso i relativi gradienti (**L**). Scriviamo quindi:

$$V = K \cdot L$$

Similitudine dinamica: impone l'uguaglianza (**K**) dei rapporti delle varie forze agenti sui rispettivi sistemi, in questo caso, le forze di viscosità e d'inerzia. Il rapporto forze viscosive/forze di inerzia è detto numero di Reynolds e si esprime con la seguente equazione:

$$R = \frac{Dul}{\mu}$$

D = massa volumica,

u = velocità del fluido,

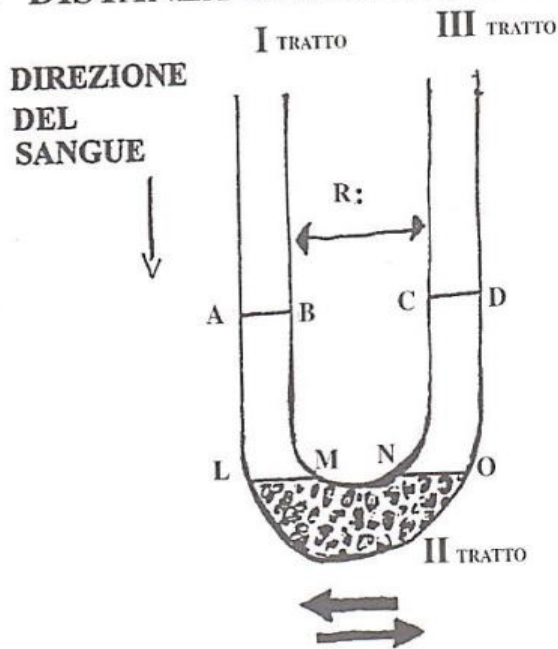
l = lunghezza del vaso (segmento di poligono) considerato,

μ = viscosità del fluido.

Numeri di Reynolds equivalenti per i rispettivi poligoni, arterioso e venoso, assicurano il verificarsi della similitudine dinamica tra i due sistemi (cono arterioso C e cono venoso C'), geometricamente simili:

$$R1 / R2 = K$$

R DISTANZA TRA I DUE BRACCI



La circolazione sanguigna encefalica, sia arteriosa che venosa, si può paragonare ad un tubo ad U capovolto, con un tratto ascendente arterioso, la curvatura a semicerchio che rappresenta la rete capillare ed il tratto discendente per il deflusso venoso. Questo dispositivo ad U capovolto non è fisso e segue i movimenti del cranio, durante la veglia ed anche nel sonno. In particolare nello stato di veglia, il cranio è messo in continuo movimento. Il flusso sanguigno arterioso cerebrale, veicolato dalle due arterie carotidi interne e dalla basilare, attraversa il primo tratto ABLM, si porta nella rete capillare che è il tratto anfrattoso LMNO ed infine nel terzo tratto CDNO, contenente sangue venoso. Nel suo percorso intracranico, essendo la testa in continuo movimento (a volte è al di sotto della base cardiaca come quando ci si piega verso terra), la prevenzione di eccessivi sbalzi

pressori è data dalla percorrenza, nel tubo ad U, del flusso sanguigno in spazi omologhi e nella stessa unità di tempo, essendo la distanza R tra i due bracci (il primo ed il terzo) molto ravvicinata. Lo stesso accade a livello del poligono arterioso di Willis, sovrapposto all'omologo venoso. Quanto più il primo e il terzo tratto del tubo a U sono vicini, tanto migliore è il contenimento in essi delle pressioni idrostatiche sanguigne. Ciò si verifica nelle parti del corpo, dove avvengono brusche ed eccessive variazioni della pressione idrostatica del sangue, come nel mesentero dell'intestino tenue (digiuno-ileo). All'estremità degli arti, della coscia e del collo, ci sono arterie e vene strettamente accollate, con simile geometria. Negli animali domestici, le arterie e vene coccigee sono tra loro intrecciate. Nelle anatre e oche, fitte reti arteriose sono nei piedi e negli spazi inter-digitali, affiancate a reti venose. Questo intreccio artero-venoso servirebbe da scambio termico, ma è verosimile che prevenga – come nell'esempio del tubo ad U – eccessivi sbalzi di pressione idrostatica, generati dal flusso sanguigno nelle regioni plantari. Nei palmipedi, il piede è messo in movimento, sia sulla terra ferma, sia negli spostamenti in acqua. Questi volatili si muovono in acqua con rapidi movimenti ondulatori delle zampe, nelle quali la circolazione sanguigna è soggetta a continui sbalzi pressori. Intrecci di reti arteriose e venose si trovano nella scatola cornea dello zoccolo equino e contrastano gli sbalzi pressori e l'intensa pressione idrostatica del sangue, soggetta a rapide variazioni, in particolare nella corsa. Questo intreccio vascolare si origina dal plesso venoso ed arterioso coronale e si espande nel tessuto *podovilloso* e *podofilloso* dello zoccolo.

Nell'Uomo, un esempio di prevenzione delle eccessive pressioni idrostatiche del sangue è dato dalle arterie linguali con andamento flessuoso, in un organo mobilissimo come la lingua. Le arterie linguali sono circondate dalle omologhe vene, come una specie di plesso venoso. Aspetti simili sono nella lingua di numerose specie di animali domestici e nelle mani dell'Uomo.

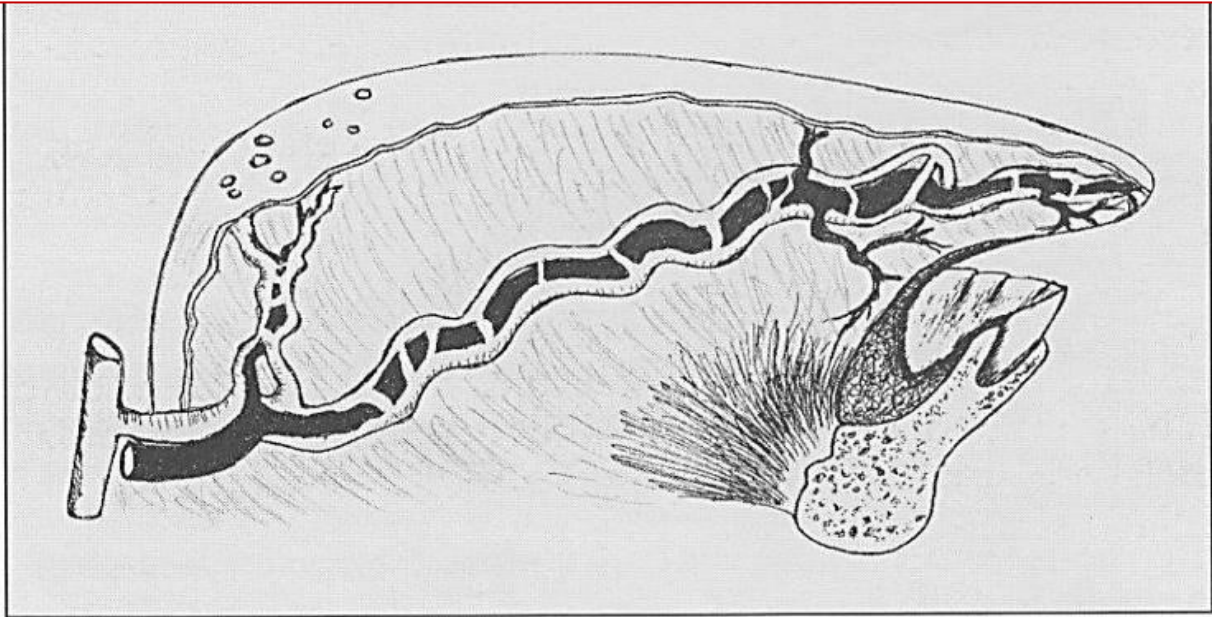
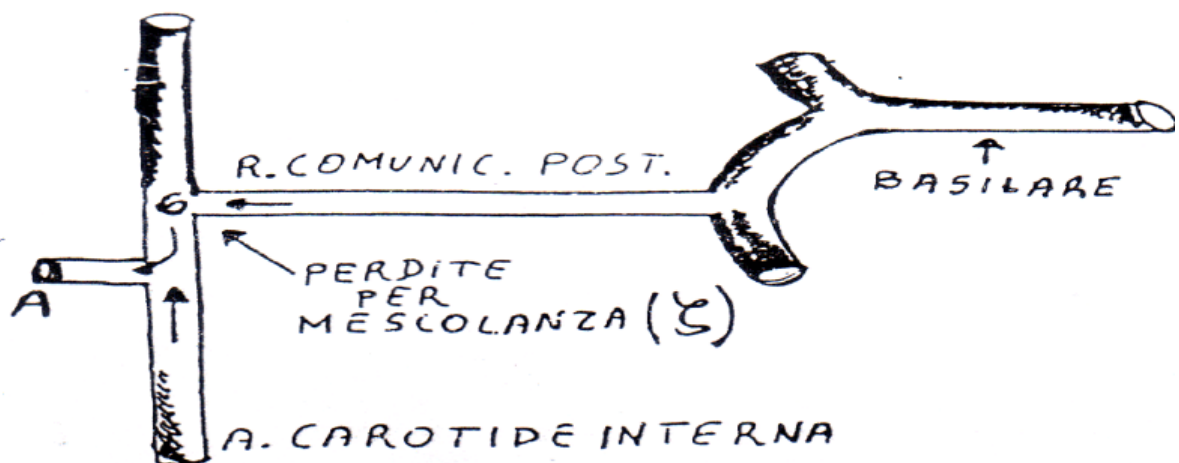


Fig. 3 - Uomo: le vene (in bianco) e le arterie (in nero) della lingua.

Nel Gatto, la sovrapposizione topografica della rete mirabile escranica col plesso venoso pterigoideo evidenzia la validità della similitudine geometrica (come nei due poligoni di Willis) nella prevenzione degli eccessi di pressione idrostatica del sangue a livello encefalico. Inoltre, l'esistenza anche nell'organismo umano (vedere nell'Uomo il plesso pterigoideo) di reti vascolari arteriose e venose in omologhe regioni topografiche alle quali sono applicabili le similitudini geometrica, cinematica e dinamica, evidenzia l'importanza di alcuni fattori fisici nel mantenimento di una emodinamica costante a livello cerebrale.

POLIGONO DI WILLIS E PERDITE PER MESCOLOANZA - Nei primi periodi di vita extra uterina, quando le due comunicanti posteriori sono di grosso calibro, il flusso sanguigno nelle carotidi interne, all'altezza dello sbocco di ciascuna comunicante posteriore, riceve da queste una certa quantità di sangue. Di conseguenza, si formano vortici con perdita d'energia cinetica per l'impatto del flusso sanguigno nelle due differenti direzioni: dalla comunicante posteriore e dalla carotide interna. Il termine usato è *perdite per mescolanza*, come conseguenza del mescolarsi di masse liquide con direzione e velocità diverse. Quanto maggiore è l'afflusso di sangue proveniente dai rami comunicanti posteriori, tanto maggiore è la perdita di energia per mescolanza nelle carotidi interne. Le *perdite per mescolanza* possono comportare un aumento del deflusso in direzione dell'arteria oftalmica esterna (A) che si versa nella facciale con un'anastomosi a pieno canale.

Fig. 4



L'aumento momentaneo di energia cinetica in conseguenza di rapidi movimenti (**Fig. 4**), comporta *perdite per mescolanza*, nel punto d'unione tra carotide interna e comunicante posteriore. La pressione idrostatica, se la testa è tenuta sotto la base cardiaca, comporta anche temporanee perdite per mescolanza.

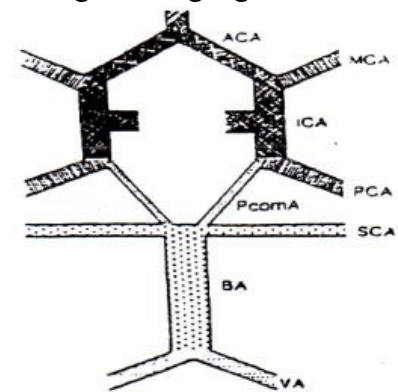
Ogni ramo arterioso del Poligono di Willis ha differenti indici di velocità sanguigna.

1. Arterie striate laterali: si originano dalla carotide interna con una velocità media di flusso sanguigno di 40 cm/sec.
2. Arterie antero-laterali che si originano dalla carotide interna: 40 cm/sec.
3. Arterie striate antero mediali e mediali: si originano dalla cerebrale anteriore, 50-60 cm/sec. Si distribuiscono parte al tratto ottico e parte al rostro del corpo calloso.
4. Arterie postero-mediali: derivano dalla comunicante posteriore: 42-53 cm/sec.
5. Arterie talamo-perforanti, derivano dalla cerebrale posteriore: 66-81 cm/sec.
6. Arterie talamo-genicolate, derivano dalla cerebrale posteriore: 43-47 cm/sec. Alcuni rami si portano allo splenio del corpo calloso.

In 1 ed in 2 si hanno le maggiori differenze di flusso tra versante destro a sinistro.

Autoregolazione nervosa anti chaos cerebrale. I vasi sanguigni cerebrali sono regolati dal sistema nervoso autonomo. Il simpatico innerva i vasi extraparenchimali ed ha origine dai gangli cervicali.

Ha azione vasocostrittrice, proteggendo il cervello dagli spostamenti verso destra della curva di autoregolazione. I nervi del parasimpatico si originano dai gangli pterigopalatini ed ottici, contribuendo alla vasodilatazione cerebrale. Ciò è visibile nei casi d'ipertensione e iperfusione post - ischemica. Si pensa che variazioni iniziali di CBF favoriscano la richiesta metabolica. La figura a lato, mostra i vasi del Poligono di Willis nel Ratto con più intensa innervazione nor-adrenergica. Nella rappresentazione schematica del Poligono di Willis, nel Ratto (a lato), le zone più intensamente tratteggiate sono molto positive all'innervazione di nor-adrenalina. Le parti più scure riguardano il tratto intracranico delle carotidi interne, collegate al sistema vertebro basilare, (Lincoln, 1995).



La ricerca di Lincoln è in accordo con quella di Bazzocchi et al., (1998) secondo i quali il Poligono di Willis ha funzione di *autoregolazione*, mantenendo il flusso sanguigno locale del cervello in una pressione di perfusione intorno ai 50-170 mmHg. Questa funzione è mediata dalla CO₂, da fattori muscolari e nervosi. La PaCO₂ (pressione parziale di CO₂) può aumentare nell'arteria cerebrale media il PSV e la EDV, inducendo vasodilatazione e riduzione delle resistenze periferiche. A livello del Poligono di Willis, i picchi di velocità sistolica (PSV) e di velocità diastolica (EDV) tendono a decrescere con l'avanzare dell'età. Al contrario i valori: indice di resistenza (RI) e pulsatile (PI), tendono ad aumentare. La pressione arteriosa è regolata, minuto per minuto, dal sistema nervoso autonomo e nel lungo periodo da ormoni che hanno azione sui reni. I sensori per la pressione alta (barocettori) del seno carotideo e dell'arco aortico effettuano monitoraggi dell'attività cardiaca. Fibre afferenti del vago e del glossofaringeo sono collegate al centro di controllo cardiovascolare, posto nel midollo allungato. Il controllo vagale parasimpatico rallenta il ritmo cardiaco, mentre il tono simpatico ne incrementa la forza, l'intensità contrattile cardiaca oltre a comportare vasocostrizione con aumento della resistenza vascolare. Più in generale, il sistema simpatico innerva i vasi extraparenchimali, originandosi dai gangli cervicali. Ha azione vasocostrittrice che protegge il cervello dagli spostamenti verso destra della curva di autoregolazione. I nervi del parasimpatico si originano dai gangli pterigo - palatini ed ottici, contribuendo alla vasodilatazione cerebrale. Ciò è ben visibile nei casi d'ipertensione e iperfusione post - ischemica. Si pensa che variazioni iniziali

di CBF favoriscano la richiesta metabolica. Queste variazioni di CBF iniziali potrebbero essere avviate da meccanismi neurogenetici, sostenuti da fattori chimici locali.

Nervo trigemino. Anatomia. Il cervello si affida in particolare ai cambiamenti nel calibro dei vasi e delle pressioni arteriose sistemiche per mantenere il CBF. Il nervo trigemino è il nervo cranico più grande. Si origina dal ponte e si divide, all'interno del ganglio trigemino, in tre rami (oftalmico, mascellare e mandibolare) innervando la maggior parte del viso, della *dura madre* e dei vasi intracranici. Il nervo trigemino, il quinto nervo cranico, innerva gran parte del sistema vascolare arterioso cerebrale, contribuendo al controllo del tono cerebrovascolare, sia negli stati sani che in quelli malati. La stimolazione del nervo trigemino (TNS) aumenta il flusso sanguigno cerebrale (CBF) attraverso le vie antidromica, trigemino-parasimpatica e altre vie centrali.

Asimmetrie del trigemino in persone sane. Con immagini di risonanza magnetica, Sen Selva et al., (2020) hanno effettuato ricerche morfometriche sul nervo trigemino di destra e di sinistra, in persone sane. Gli autori hanno anche determinato le variazioni dimensionali e le asimmetrie di destra e di sinistra del trigemino nella regione cisternale, correlate all'invecchiamento corporeo. Sono stati selezionati 120 individui sani (62 maschi, 58 femmine) di età superiore ai 20 anni. In base alle fasce di età, gl'individui sono stati valutati in quattro gruppi: 20-29 anni, 30-39 anni, 40-49 anni e 50 anni e oltre. Con la sequenza di eco a campo veloce con equilibrio tridimensionale tramite la risonanza magnetica 3T imaging, a destra e a sinistra sono state misurate le lunghezze dell'asse lungo e dell'asse corto del nervo trigemino, le lunghezze dell'asse lungo e di quello corto, inerente alla grotta di Meckel, nonché l'angolo del trigemino-ponte. Risultati: le lunghezze del nervo trigemino erano più corte sul lato destro che sul sinistro (asse lungo medio 0,79 +/- 0,20 cm a destra, 0,86 +/- 0,28 cm a sinistra, $P < 0,05$; e asse corto medio: 0,36 +/- 0,10 cm a destra e 0,41 +/- 0,17 cm a sinistra, $P < 0,05$). Nei maschi, la lunghezza dell'asse lungo della grotta di Meckel era maggiore, sia sul lato destro che sul sinistro, rispetto alle femmine ($P < 0,05$). In conclusione, sia la larghezza che la lunghezza del trigemino destro sono più brevi rispetto al sinistro nella popolazione sana. Inoltre, l'asse lungo della grotta di Meckel, da posterolaterale ad anteromediale, è più lungo sia sul lato destro che su quello sinistro, nei maschi rispetto alle femmine.

Regolazione del flusso cerebrale. La regolazione del flusso sanguigno cerebrale è influenzata da numerosi fattori:

1. contenuto di gas nel sangue,
2. viscosità del sangue,
3. temperatura corporea,
4. gittata cardiaca,
5. altitudine,
6. autoregolazione cerebrovascolare,
7. accoppiamento neurovascolare, mediato da agenti chimici, come l'ossido nitrico (NO), il monossido di carbonio (CO), i prodotti eicosanoidi, radicali liberi derivati dall'ossigeno, endoteline, K^+ , H^+ e adenosina.

Emodinamica cerebrale in neonati di entrambi i sessi. - Pei-Yi Lin et al., (2013) hanno eseguito uno studio, finalizzato alla comprensione di come evolvono le asimmetrie regionali ed emisferiche nelle prime fasi della vita. Pei-Yi Lin et al. hanno utilizzato 2 metodi ottici non invasivi: la spettroscopia nel vicino infrarosso circa il dominio della frequenza e la spettroscopia a correlazione diffusa. Hanno inoltre misurato l'ossigenazione dell'emoglobina cerebrale (SO_2), il volume sanguigno (CBV), un indice del flusso sanguigno cerebrale (CBF) e il tasso metabolico di ossigeno (CMRO) nelle regioni frontale, temporale e parietale di 70 neonati prematuri e a termine. In accordo coi risultati ottenuti con modalità di *imaging* più invasive, Pei-Yi Lin et al. hanno verificato che sia i parametri emodinamici (CBV e SO_2), sia quelli metabolici (CMRO) erano maggiori nelle regioni temporale e parietale rispetto alla regione frontale e queste differenze

aumentavano con l'età. Hanno visto che la maggior parte dei parametri erano più elevati nell'emisfero destro che nel sinistro. Infine, confrontando maschi e femmine di pari età, i maschi avevano un CBF più elevato nella maggior parte delle regioni corticali, un CMRO più elevato nella regione frontale e asimmetria CBF (flusso sanguigno cerebrale) destra-sinistra più intenso. C'è da specificare che nei primi periodi di vita extrauterina, il Poligono di Willis è incompleto per l'assenza delle comunicanti anteriori e posteriori. Tutto ciò incrementa alcune asimmetrie cerebrali.

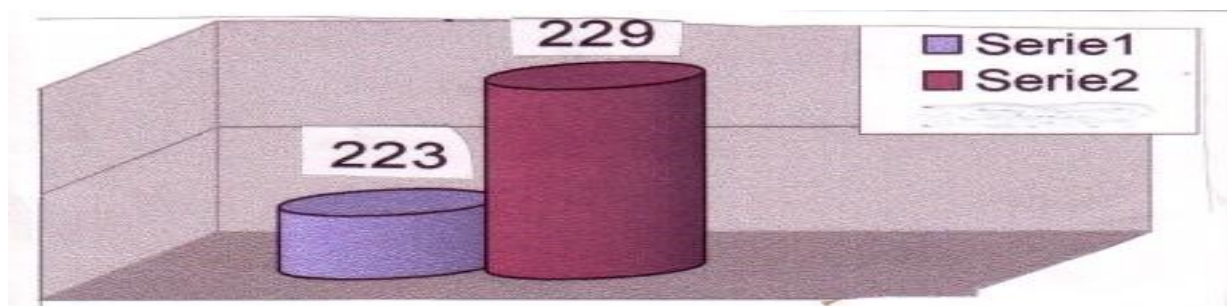
Volume del flusso sanguigno nella carotide di sinistra (229) e destra (223). I soggetti esaminati erano tutti destrimani. Dal lavoro di Obata et al., (1996).

Differenze di flusso sanguigno nelle due arterie cerebrali medie - Uzner et al., (2000) hanno fatto rilievi sulle variazioni del flusso sanguigno regionale (rCBF) nelle due arterie cerebrali medie in soggetti normali, sia maschi che femmine. Questi rilievi sono stati fatti durante i movimenti di presa delle due mani (*hand gripping*) che comportano l'attivazione dei rispettivi centri motori corticali. Nella cerebrale media di sinistra, i parametri di velocità di flusso erano più alti che a destra in tutti i soggetti esaminati e indipendenti dal sesso. Lo stimolo motore corticale indurrebbe incremento di velocità di flusso in entrambe le cerebrali medie, ma più a sinistra. Cioè 64,4 cm/sec a destra e 67,9 cm/sec a sinistra in media, in accordo con la dominanza emisferica sinistra.

Hudetz (1999), ha dimostrato l'esistenza di un rapporto proporzionale tra flusso sanguigno cerebro-corticale e consumo di O₂ nelle normali attivazioni fisiologiche. Il consumo di O₂ sarebbe supportato da un incremento direttamente proporzionale di flusso sanguigno a livello capillare. La densità capillare è però diversa nelle varie aree cerebrali. Obata et al. riportano i dati di una ricerca di Bogren et al., (1994) che sembrano molto interessanti. Secondo Bogren, tutte le persone destrimani lui esaminate, avevano il flusso sanguigno più alto nell'arteria carotide comune di sinistra, rispetto a quella di destra e viceversa per i mancini.

Nell'Uomo dunque, esistono piccole differenze di flusso e di pressione nelle carotidi comuni e interne, tra lato sinistro e destro. Queste differenze sono tra l'altro collegate alla diversa geometria ed origine delle due arterie. Nell'Uomo, la carotide comune di sinistra origina direttamente dall'arco aortico. Quella di destra è una delle biforcazioni, o rami terminali dell'arteria anonima. Una differenza di flusso sanguigno esiste nelle carotidi interne e nelle cerebrali medie di destra e di sinistra. Il flusso sanguigno proveniente da ciascuna delle carotidi interne è rivolto in prevalenza alla cerebrale media, loro diretta continuazione. L'inconsistente apporto al riequilibrio della pressione sanguigna dato dalla comunicante posteriore, tra carotide interna e basilare e l'assenza di comunicazioni dirette tra carotidi interne dei due lati, comporta la persistenza di minime differenze quantitative del flusso sanguigno nelle cerebrali medie, in particolare nell'Uomo, dove i due vasi nelle parti iniziali hanno calibro identico a quello delle carotidi interne da cui si originano.

Nell'Uomo, l'arteria carotide comune di sinistra si stacca dall'arco aortico, separata dall'arteria anonima da uno spazio di circa 1,5 cm. La succlavia di sinistra si stacca anche direttamente dall'arco aortico subito dopo la carotide comune di sinistra. Nell'arco aortico, il complesso arteria carotide comune di sinistra-succlavia di sinistra è quindi ben separato e indipendente. Il flusso sanguigno, all'interno delle due arterie, prende vie diverse fin dalla loro origine. Invece il



complesso succlavia di destra-carotide comune di destra ha un percorso unico per circa 25-30 mm all'interno della cavità toracica. Questa arteria – a. brachiocefalica o anonima - è presente in quasi

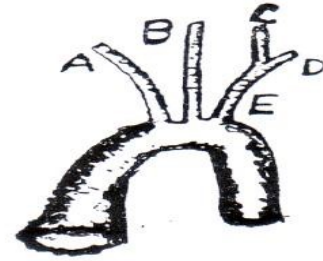
tutti i mammiferi, tranne i cetacei nei quali dall'arco aortico si originano direttamente le succlavie e le carotidi comuni. Però nei cetacei le carotidi interne scompaiono presto e tra cuore e cervello si frappone la barriera di ben sette reti mirabili. Nell'Uomo, a livello dell'arteria brachiocefalica, il flusso sanguigno è caotico, risente inoltre delle variazioni di pressione della succlavia destra in conseguenza dei movimenti dell'arto superiore che irrorata. Le variazioni di flusso si ripercuotono nella carotide comune di destra. La velocità di flusso, a livello della cerebrale media di questo lato, è quindi solitamente inferiore a quella che si registra nel lato opposto. L'area destra dell'arco aortico – arteria anonima e i suoi due rami terminali, carotide comune e succlavia destra – è simile a quella presente in specie, come Carnivori e Maiale. L'area sinistra dell'arco aortico, dove si staccano, in modo indipendente, succlavia e carotide comune di sinistra, è peculiare del genere *Homo*. Il flusso cerebrale totale è invariato nella maggior parte delle situazioni. Non aumenta nel lavoro mentale, quando si presuppone un intervento massivo di neuroni, ma aumenta nel sonno.

Controllo simpatico sul flusso sanguigno cerebrale. Le ricerche scientifiche sul blocco chirurgico gangliare, evidenziano il ruolo del simpatico e nel contrastare gli aumenti del CBF, negli esseri umani e negli animali domestici studiati. La stimolazione diretta dei gangli cervicali e quella dei recettori adrenergici simpaticomimetici circolanti prevengono improvvisi incrementi del CBF in conseguenza di forme d'ipertensione ed ipercapnia.

Ide K. et al. (2000) nell'Uomo, hanno studiato la velocità del flusso sanguigno nelle arterie cerebrali medie, di destra e sinistra. I rilievi sono stati eseguiti durante una lieve accelerazione dell'attività fisica, sia senza somministrazione di farmaci, sia dopo un'azione di blocco simpatico sul *ganglio stellato* con un anestetico (lidocaina 0,1%). Nei soggetti di controllo (non hanno ricevuto l'anestetico), la velocità media del sangue nella cerebrale media di sinistra (58,6 cm/sec) era leggermente superiore rispetto a quella di destra (55,5 cm/sec). Dopo il blocco del sistema nervoso simpatico a livello del *ganglio stellato*, c'era un'azione diretta più intensa (vasocostrizione delle piccole arterie provenienti dalle cerebrali medie e quindi aumento delle resistenze periferiche) a livello della cerebrale media di destra. La stimolazione simpatica quindi limita, a livello delle arterie cerebrali medie, il flusso del sangue. Quest'azione è più accentuata sul versante di destra e significa che il flusso sanguigno nella cerebrale media di sinistra è più costante e stabile, mancando il bisogno di un intenso controllo simpatico.

Il grafico di Cantor. Possiamo assegnare a **K** – con riferimento al grafico di Cantor, **TAB. 2** – il valore che indica il numero delle arterie che si staccano direttamente dall'arco aortico, proprio di una determinata specie. Per l'Uomo, K1 è uguale a tre perché la carotide comune di sinistra, l'anonima e la succlavia di sinistra si originano direttamente dall'arco aortico. Nello scimpanzè, K2 ha un valore di due perché due sono le arterie che si originano dall'arco aortico. **C** è il centro di simmetria e rappresenta – dal punto di vista evolutivo – il punto di separazione tra Homo e Scimpanzè. I valori d, e, f, sono le asimmetrie morfo-funzionali negli emisferi cerebrali, accentuati da minime differenze emodinamiche tra le due specie. Nelle scimmie, in particolare le grosse scimmie del Vecchio e del Nuovo Mondo, l'arteria carotide comune di sinistra si stacca dall'arco aortico proprio in prossimità dell'origine del tronco brachiocefalico. C'è una situazione simile a quella che si osserva nei conigli. Nell'Uomo nella norma, l'arteria carotide comune di sinistra si stacca direttamente dall'arco aortico ad alcuni millimetri di distanza dall'arteria anonima.

a)- Principio di asimmetria all'interno di una distribuzione di linee parallele di Cantor. Il centro di asimmetria C, è proiettato ai punti d, e, f della distribuzione asimmetrica per $K = 0, 1, 2$, rispettivamente. Punti limite della configurazione iniziale per $x = 0$ ed 1, sono riprodotti nei punti $y = 0$ ed 1, rispettivamente.



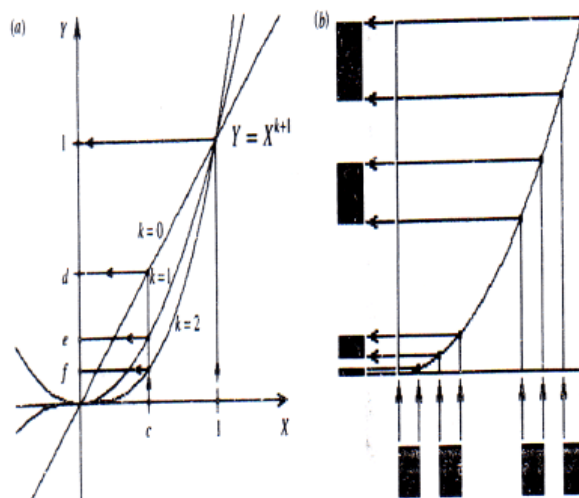
b) La trasposizione di un perfetto frattale di Cantor in uno asimmetrico.

ESEMPIO DI PARAMETRO DI ASIMMETRIA SECONDO CANTOR

ARCO AORTICO NELL'UOMO

- A. ARTERIA SUCLAVIA DI SINISTRA
- B. ARTERIA CAROTIDE COMUNE DI SINISTRA
- C. ARTERIA CAROTIDE COMUNE DI DESTRA
- D. ARTERIA SUCLAVIA DI DESTRA
- E. TRONCO BRACHIOCEFALICO

Machii Masato e A.E. Becker, (1997) hanno studiato, in bambini tra un mese e un anno di vita, il diametro e la struttura dell'arco aortico e dei suoi rami, evidenziandone gli adattamenti alle condizioni di sviluppo circolatorio post-natale. Un considerevole aumento di diametro è stato osservato in un gruppo di bambini (tra meno di un mese di vita fino ad un anno). L'aumento di diametro riguardava i vari rami dell'arco aortico. Particolare incremento avevano la succlavia e la carotide comune di sinistra. Al contrario, sia l'arteria brachiocefalica, sia i suoi due rami (succlavia di destra e carotide comune di destra) non avevano un simile incremento. Dal punto di vista istologico nei bambini di un mese, la quantità delle lamelle di elastina era elevata in tutti i segmenti dell'aorta, in particolare nel tratto ascendente. Solo la succlavia di destra non mostrava lo stesso incremento. Questo vaso però aumentava rapidamente di diametro e di spessore nei bambini intorno



a un anno. Parimenti, la quantità di elastina aveva un incremento graduale con l'avanzare dell'età.

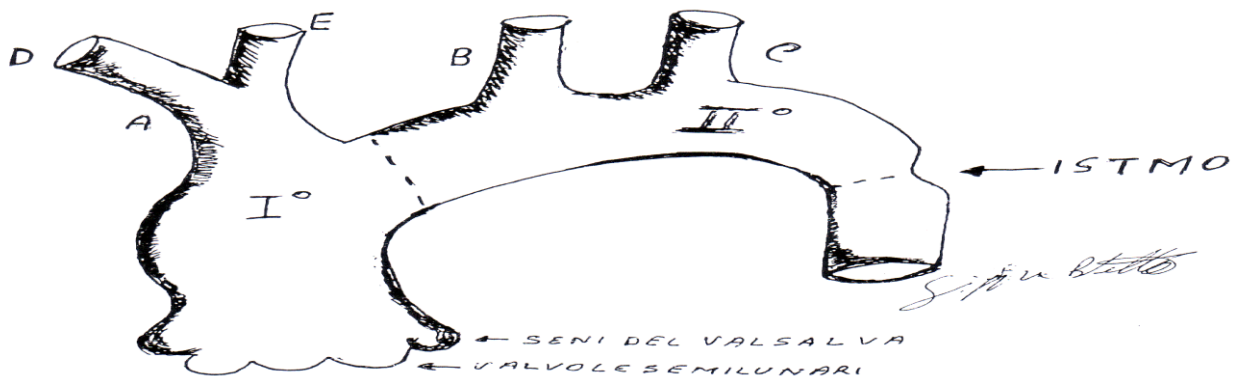
Nell'Uomo adulto, l'arco aortico ha un diametro di circa 25-30 mm. Il suo calibro però non è regolare. Si segnala una prima dilatazione a livello dell'origine dell'arteria, detta *bulbo aortico*. Una seconda dilatazione – *gran seno aortico* – si trova tra parte ascendente e parte orizzontale.

All'estremità posteriore dell'arco c'è un restringimento assai sensibile, *istmo aortico* specialmente evidente nel feto. L'arco aortico

comprende quindi due porzioni: una ascendente e una orizzontale. La parte ascendente è distinta in due segmenti: il primo segmento è obliquo, cioè è diretto in avanti, in alto ed a destra. Il secondo è

del tutto verticale. La seconda porzione dell'arco aortico, quella orizzontale, è leggermente concava: si dirige a destra e indietro, adattandosi al margine sinistro della trachea e dell'esofago, prima di raggiungere la quarta vertebra toracica. In corrispondenza della parte orizzontale dell'arco aortico, nascono tre rami voluminosi:

1. Il tronco brachiocefalico comune (arteria anonima) che dà origine, alle arterie carotide comune e succlavia del lato destro. Il suo diametro è di 12-15 mm e la lunghezza di 25-30 mm.
2. Arteria carotide comune di sinistra che si origina direttamente dall'arco aortico, tra tronco brachiocefalico ed arteria succlavia di sinistra. Il vaso si stacca dal segmento ascendente dell'aorta, vicino alla sua parte più craniale.
3. 3. Arteria succlavia di sinistra che nasce più in basso della controlaterale destra, staccandosi direttamente dall'arco aortico.

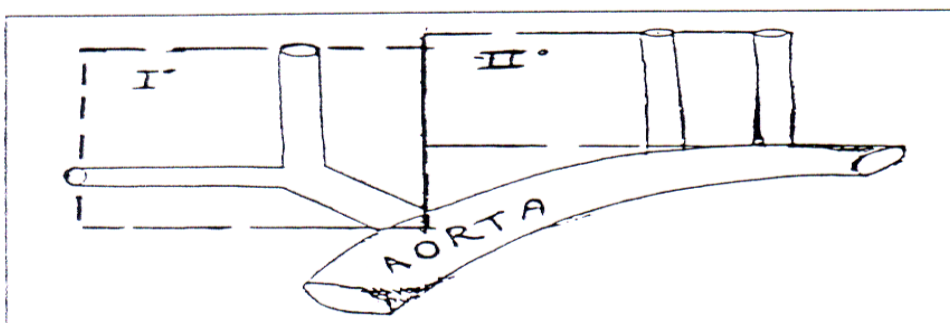


L'arco aortico nell'Uomo dal punto di vista anatomico e funzionale, si può dividere in due distretti come il seguente grafico mostra.

I° DISTRETTO - Ha due dilatazioni: i *seni del Valsala* e il *gran seno aortico*. E' il segmento dell'arco aortico che sopporta le maggiori pressioni sistoliche e diastoliche, in particolare se l'individuo è in posizione supina, o piegato col tronco in basso. Queste pressioni (compresa la pressione idrostatica del sangue) incidono anche all'origine del tronco brachiocefalico comune.

II° DISTRETTO - Ha calibro uniforme ad imbuto e nel tratto di congiunzione con la parte discendente dell'aorta, presenta un restringimento evidente in particolare nel feto, *l'istmo*.

L'origine dell'arteria carotide comune di sinistra è in questo secondo distretto a circa 1,5 cm di distanza dalla controlaterale omonima. L'onda sistolica raggiunge la carotide comune di sinistra con qualche secondo di ritardo rispetto all'altra. Inoltre, se si tiene conto della lunghezza: tronco brachiocefalico comune + carotide comune di destra + distanza dalle valvole semilunari aortiche, si vedrà che questa è inferiore a: lunghezza arteria carotide comune di sinistra + distanza dalle valvole semilunari aortiche. Esistono quindi differenze di geometria che influiscono sull'emodinamica dei vasi e del flusso sanguigno. Sul secondo distretto dell'arco aortico si fanno sentire maggiormente che sul primo le variazioni momentanee di flusso, collegate alle resistenze periferiche delle numerose arterie nel tratto discendente dell'aorta. Le due carotidi comuni, all'altezza della cartilagine tiroide, si dividono in due rami terminali: carotide interna ed esterna. Mediamente, la



carotide esterna di destra ha diametro leggermente maggiore dell'omologa. Nei tratti iniziali delle carotidi e succlavie, sono distinguibili altri due distretti.

a) Nel primo, si trovano l'arteria brachiocefalica per intero e le sue diramazioni iniziali: l'arteria succlavia e carotide comune di destra.

b) Nel secondo distretto, troviamo l'arteria succlavia e carotide comune di sinistra. I vasi del primo distretto sono tra loro comunicanti e divergenti, nel secondo hanno andamento parallelo.

L'asimmetria geometrica dei vasi nei due distretti si riflette sull'emodinamica. Queste differenze sono rilevabili anche nei neonati (tra i due ed i cinque giorni).

Modifiche vascolari del Poligono di Willis e di alcune arterie contigue nella specie umana.

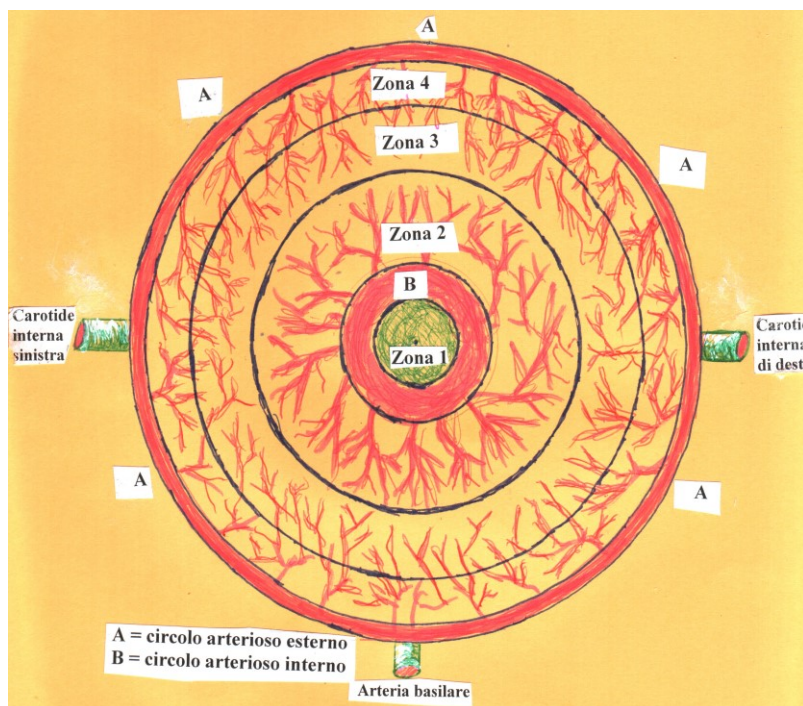
- Alla nascita, il Poligono di Willis è incompleto e c'è separazione tra i due versanti opposti, mancando la comunicante anteriore. Le carotidi interne sono le uniche arterie che apportano sangue al cervello.
- Vita adulta. La comunicante posteriore si riduce di calibro fino ad atrofizzarsi. C'è separazione tra i due distretti del Poligono di Willis: l'anteriore, servito dalle carotidi interne e il posteriore dalla basilare. Rami perforanti che derivano dalla comunicante posteriore e dal tratto post petroso della carotide interna, si atrofizzano. Questi rami perforanti erano destinati al talamo e allo striato.

Alterazioni vascolari locali nella **zona 2** (vedere fig. π)

↓
Aree d'ischemia in alcuni distretti dello striato, o del talamo

↓
Comparsa di malattie collegate allo striato, ai nuclei della base e al talamo.

Schema π



Lo schema π è stato da me medesimo eseguito e riporta i tre tronchi arteriosi che irrorano l'encefalo: le due arterie carotidi interne (di destra e di sinistra) e la basilare. Provenienti dal collo, le carotidi interne penetrano nel cranio a livello della sua base. La basilare ascende il canale neurale – dove si forma nella sua estremità superiore - entrando nel cranio attraverso il grande foro occipitale. Le tre arterie convergono nel Poligono di Willis, sotto il cervello. Nello schema a lato, ho eseguito una serie di cerchi concentrici al di sotto dei quali c'è sia il percorso delle tre arterie in questione, sia il Poligono di Willis. Queste

strutture sono nascoste dalla serie dei cerchi concentrici. La **zona 1** di colore verde rappresenta l'asse ipofisi ipotalamo: la parte encefalica con maggiore velocità sanguigna arteriosa. Il cerchio B indica i segmenti di arteria carotide interna, cerebrale media e della cerebellare posteriore da cui si staccano le arterie perforanti per i nuclei basali, per il talamo e per le restanti parti dello striato.

Anche in questa zona – **zona 2** - la velocità sanguigna resta molto elevata e sue perturbazioni, oppure la scomparsa col tempo della comunicante posteriore, vi si ripercuotono. La **zona 4** è la corteccia cerebrale, leggermente differente nei due emisferi: il destro più ampio ed il sinistro con maggiore concentrazione neuronale. La corteccia cerebrale è irrorata dalle cerebrali: media, anteriore e posteriore. Le arterie rilasciano rami che dalla superficie esterna dell'encefalo penetrano nell'interno, dove si ramificano. La **zona 3** è la parte degli emisferi cerebrali intermedia, tra corteccia e nuclei della base. Le zone 1 e 2 sono le più soggette alle modificazioni emodinamiche nel Poligono di Willis e dei segmenti vasali immediatamente vicini. Inoltre, la ricerca di Grubhofer G. et al., (1999) dimostra che l'ipertensione aumenta il picco di velocità sistolica nell'arteria cerebrale media, rilevando che la pressione sanguigna sistemica ha influenza diretta sulla velocità sanguigna intracranica.

1. Nell'Uomo, sono assenti i rami anastomotici che mettono in rapporto i due versanti opposti del Poligono di Willis.

2. L'elevato decremento con l'avanzare dell'età di putamen e nucleo caudato potrebbe rapportarsi alla speciale circolazione sanguigna di supporto che va riducendosi cogli anni.

3. L'irrorazione dell'ipofisi è data dalle arterie ipofisarie superiori e inferiori, derivanti dalle carotidi interne. Dalle ipofisarie, si staccano i rami portali lunghi e brevi che distribuiscono il sangue all'asse ipofisi – ipotalamo. Queste arterie hanno la più elevata velocità di flusso sanguigno: 0,8 ml/min. Fisiologicamente nell'età adulta, il lume delle carotidi interne tende a restringersi. Di conseguenza, le arterie ipofisarie ridimensionano il calibro, la portata e la velocità sanguigna nell'unità di tempo.



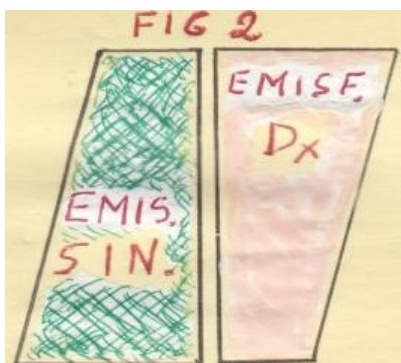
4. La cerebrale posteriore, minuscola alla nascita, semplice collaterale del ramo caudale della carotide interna, nella pubertà e in età adulta, diventa molto voluminosa e fa seguito al ramo di biforcazione corrispondente all'arteria basilare.

Calco di corrosione del sistema vascolare piaie umano di una donna di 50 anni.

Qui di lato, le vene sono in nero, il territorio dell'arteria cerebrale media e i suoi affluenti sono in rosso e il contributo delle arterie cerebrali posteriore e anteriore è mostrato rispettivamente in blu e verde. (Riprodotta con il permesso di Duvernoy et al., 1981).

Il tessuto nervoso è vulnerabile alle discontinuità del substrato energetico e del trasporto di ossigeno. Il sistema cerebrovascolare deve soddisfare alcuni requisiti: innanzitutto, la perfusione a una velocità dell'ordine di 100 ml/min per 100 g di tessuto. Il flusso sanguigno cerebrale deve anche rispondere alla domanda energetica istantanea regionale del tessuto nervoso. In terzo luogo, la rete vascolare deve includere misure di sicurezza che garantiscano la circolazione in caso di occlusioni vascolari locali. Questa robustezza del sistema cerebrovascolare è presente a diversi livelli. Sia l'età che l'anatomia vascolare incidono sulla velocità del flusso sanguigno cerebrale, a prescindere dallo stato patologico. Con l'età, il flusso ematico cerebrale totale (TCBF) diminuisce a 2,6 ml/minuto all'anno. Particolare incidenza ha la riduzione del flusso sanguigno nell'arteria basilare e in entrambe le arterie cerebrali posteriori: anatomia cerebrovascolare ed età anagrafica ne condizionano dunque l'emodinamica. Il flusso sanguigno cerebrale non è solo una variabile che regola l'apporto di substrati energetici, in relazione al metabolismo neuronale, è anche un regolatore della sua fisiologia generale. Con meccanismi feed-forward il flusso sanguigno cerebrale modula le funzioni di ogni area cerebrale, rimuove i trasmettitori rilasciati, controlla la disponibilità dei precursori per la sintesi di molecole chiave e contribuisce a mantenere costante la composizione dell'ambiente gassoso e ionico.

48) Cervello umano. Asimmetrie neuro-anatomiche - Le differenze neuroanatomiche del cervello umano esistono su scale diverse, dalla densità neuronale, alla dimensione del planum temporale. Su scala più ampia, c'è la torsione dell'intero cervello umano, correlata alla forma riflessa del cranio. Quest'ultima è dovuta alla sporgenza all'indietro dell'occipitale sinistro e alla sporgenza in avanti del frontale destro. Oltre alle differenze dimensionali grossolane, tra i due emisferi cerebrali ci sono differenze neurochimiche e strutturali: asimmetrie nella spaziatura delle colonne corticali, così come nella struttura e nella complessità dendritiche. Cellule di dimensioni maggiori stanno anche nello strato III dell'area di Broca. Il cervello umano ha asimmetria complessiva posteriore sinistra e anteriore destra (torsione cerebrale). Di conseguenza, ampie asimmetrie sono presenti nei lobi frontale, temporale e occipitale, che aumentano in direzione antero-posteriore, a partire dalla regione centrale. L'asimmetria verso sinistra è evidente nel giro di Heschl, nell'opercolo parietale, nella fessura di Silviana, nel giro del cingolo sinistro, nella regione temporo-parietale e nel Planum temporale. Asimmetrie verso destra riguardano il solco centrale destro (suggerendo potenzialmente una maggiore connettività tra la corteccia motoria e somatosensoriale nella parte sinistra del cervello), il ventricolo laterale, la corteccia entorinale, l'amygdala e l'area temporo-parieto-occipitale. Esistono asimmetrie correlate al sesso: il cervello maschile è più asimmetrico di quello femminile. L'asimmetria del Planum temporale sinistro, comune tra Uomo e alcune razze di scimmie, dipende dalla genetica. La tendenza è rafforzata nell'Uomo dalla specializzazione funzionale tra i due arti superiori.



Nell'Uomo e nelle scimmie, i lobi cerebrali sono tra loro asimmetrici, (Fig.2). Inoltre, nell'Uomo e nei mammiferi, provvisti solo del Poligono di Willis, i lobi frontale dx e occipitale sinistro sono più espansi dei corrispettivi controlaterali. Nell'Uomo, tra i due lobi cerebrali è valida la legge allometrica, esistendo rapporti volumetrici costanti: la relazione tra i due lobi cerebrali di uno stesso organismo umano y e x è espressa come legge di potenza: $Y \sim x^\alpha$, dove α è l'esponente di scala della legge.

Differenze funzionali tra i due emisferi cerebrali

Funzioni dell'Emisfero Cerebrale Sinistro

- Controllo dei movimenti volontari della parte destra del corpo.
- Capacità di articolare un discorso e di produrre un testo scritto.
- La comprensione del linguaggio.
- Il ragionamento logico.
- La capacità di calcolo.
- Il pensiero analitico.

Funzioni dell'Emisfero Cerebrale Destro

- Controllo dei movimenti volontari della parte sinistra del corpo.
- Capacità d'identificare gli oggetti.
- Orientamento spaziale.
- Creatività e immaginazione.
- Capacità di intuizione.
- Intonazione ed enfasi nel linguaggio.

Jayasundar R. e Raghunatan P., (1997) hanno osservato nell'Uomo, in quasi tutte le regioni del cervello – frontale, parietale, temporale, occipitale e talamica – e del cervelletto, l'esistenza di asimmetrie strutturali e funzionali. Con la PET, hanno segnalato strette correlazioni tra frequenza cardiaca, EG, volume del flusso sanguigno e metabolismo cerebrale. La PET avrebbe rilevato in alcune regioni della *neocortex* di sinistra, maggior metabolismo di glucosio. Gli stessi autori, mediante altre metodiche, come la STEAM (spettroscopia ad emissione di positroni), la risonanza magnetica nucleare (MRS) e la tomografia Doppler trans cranica, hanno esaminato 100 volontari umani destrimani rilevando questi dati:

1. Marcata differenza tra i lobi cerebrali, in particolare nelle aree temporali.
2. La MRS ha evidenziato la zona del Gyrum più ampia a sinistra.
3. Il *Planum temporale* è abbondantemente più largo nell'emisfero sinistro.
4. Il lobo occipitale sinistro è più ampio del destro.
5. In genere, maggiore densità di cellule nell'emisfero sinistro che è anche più fessurizzato.

Bosman, C. and Garcia, R.R. (2004), indicano asimmetria sinistra > destra riferita ad alcuni tipi di neuroni ricchi di acetilcolinesterasi nell'area Brodman 45, collegata alla lateralizzazione funzionale del linguaggio umano. Wada (1991), ha dimostrato che l'asimmetria del *Planum temporale* sinistro è rilevabile anche nel feto umano. Egli sostiene che l'allargamento del piano temporale sinistro non è collegato allo sviluppo delle abilità linguistiche.

Salsa A. (1997), con tecniche di ultrasonografia, studiò le asimmetrie nei ventricoli cerebrali laterali di feti umani nei vari periodi di gestazione. L'indagine fu condotta su 7200 donne gravide tra 18° e 24° settimana di gestazione dando questi risultati.

- Nei ventricoli laterali di feti umani esistono aspetti asimmetrici.
- Nel 71% dei casi il ventricolo laterale sinistro era più ampio a sinistra.
- Nel 29% era l'inverso (il destro maggiore del sinistro).
- Le asimmetrie dei ventricoli cerebrali laterali erano indipendenti dal sesso.

Kulynyck et all. (1994), hanno trovato che il *Planum temporale* è più ampio negli uomini. Nelle donne, non c'è chiara differenza tra area di superficie dei *Planum* di destra e di sinistra. Nella specie umana l'asimmetria del *Planum temporale* è stata segnalata dalla 31° settimana di vita fetale (Trevarthen, 1996). Nel cervello umano sono state segnalate altre asimmetrie anatomiche, funzionali e biochimiche oltre che nel *Planum temporale*, anche a livello dei ventricoli laterali, lobo occipitale, gyrum, putamen, globus pallidus, nucleo caudato, cervelletto e scissura silviana. Quest'ultima come altre piccole aree, è diversa a seconda del sesso. Mediamente, i lobi cerebrali sono il 10% più ampi nei maschi (età meno dei trenta anni) che nelle coetanee. Anche il cervelletto misura il 7% in più negli uomini. Longson. et all. (1995), danno questi valori medi. I cervelli provenivano da persone di entrambi i sessi, decedute ed esaminate in sede autoptica. La tabella riassume i loro dati:

volume cerebrale: 1267 cm³ (uomini)

volume cerebrale: 1096 cm³ (donne).

· Lobo frontale: è più ampio nell'Uomo. Questa asimmetria è presente alla nascita. Si hanno mediamente queste misure:

Donna: 200,1 cm³ (sinistro) - 216 cm³ (destro).

Uomo: 224,4 cm³ (sinistro) - 235,5 cm³ (destro).

- Ippocampo: sia quello nel lobo destro che quello a sinistra sono più voluminosi nella Donna.
- Amygdala: è meno voluminosa nella Donna. In media, la differenza è di 0,1 cm³.
- Globus pallidus: la differenza tra Uomo e Donna è di circa 0,01 cm³.

- Lobo temporale: più ampio nell'Uomo, sia a destra che a sinistra.
- Putamen: più ampio nell'individuo maschile.
- Lobo parietale: più ampio nell'Uomo, sia a destra che a sinistra.
- Limbo: più ampio nell'Uomo.
- Scissura silviana è diversa a seconda del sesso.

Come riferisce Lange et al. (1997), i maschi hanno più variabilità delle femmine a livello del giro temporale superiore sinistro solo durante il periodo della pubertà. C'è inoltre nei maschi un maggior incremento e variabilità nell'emisfero sinistro in toto ed a livello dell'ippocampo.

- Planum temporale: il Planum temporale è più ampio negli uomini. Nelle donne, non c'è significativa differenza, circa l'area superficiale tra il P.T. destro e quello di sinistra.
- Corpo calloso: più ampio nell'Uomo. Sullivan et al. (2001), danno queste misure:
area del corpo calloso Uomo: 700 cm²
area del corpo calloso Donna: 600 cm²
 - Lobi cerebrali: sono mediamente più ampi nei maschi del 10%.
 - Cervelletto: è più ampio nel maschio del 7%

La corteccia cerebrale adulta ha molta variabilità tra le varie regioni, sia in termini di volume che di profondità dei solchi. La corteccia cerebrale è nel complesso asimmetrica, negli aspetti anatomici e funzionali. Negli adulti, sono evidenti le differenze regionali, con un volume cerebrale nella regione frontale maggiore che nelle regioni temporale, parietale e occipitale (Giedd et al. 1999). I maschi hanno volumi cerebrali maggiori rispetto alle femmine, ma metabolismo cerebrale e flusso sanguigno inferiori (Baxter et al., 1987 ; Rodrtiguez G. et al. 1998; Gur RE e Gur RC 1990). L'emisfero sinistro è tipicamente dominante per il linguaggio, la manualità e l'elaborazione logica, mentre l'emisfero destro è dominante per l'elaborazione visuospaziale, la percezione emotiva e l'abilità musicale. Differenze anatomiche, evidenziate con la risonanza magnetica (MRI), corrispondono a questa lateralizzazione funzionale, con la fessura silviana, propinqua al Planum temporale, in genere più profonda nell'emisfero sinistro che nel destro, e il solco temporale superiore più profondo nell'emisfero sinistro che nel destro. L'emisfero destro è più grande del sinistro nelle regioni frontale, temporale e parietale. L'unica eccezione è la regione occipitale, più grande nell'emisfero sinistro che nel destro.

49) EMODINAMICA DEL TALAMO — Il talamo è una minuscola struttura bilaterale nel diencefalo che integra i segnali da molte aree del sistema nervoso centrale. Questa posizione anatomica speciale consente al talamo di influenzare l'attività dell'intero cervello e il comportamento adattivo. Questo breve capitolo di anatomia comparata e di fisiologia evidenzia l'emodinamica nei vari nuclei del talamo che ha modificazioni in rapporto con l'età, in particolare nella specie umana, dove le arterie comunicanti posteriori del Poligono di Willis - da cui si staccano rami talamici - si riducono fino ad atrofizzarsi, nell'adulto. Nell'Uomo, l'irrorazione della regione talamica è data da specifici rami arteriosi di differente origine ed emodinamica. Ogni regione talamica ha citoarchitettura e densità neuronale leggermente differente dalle altre ed è servita da una specifica arteriola. I peduncoli vascolari che si staccano dalla comunicante posteriore sono destinati a scomparire con l'età, o a diminuire di numero per la progressiva riduzione di calibro dell'arteria da cui traggono origine (comunicante posteriore). Come conseguenza della riduzione di calibro delle due comunicanti posteriori del Poligono di Willis, l'apporto sanguigno al talamo, tramite l'arteria premammillare e di pochi altri rami contigui, si riduce fino a scomparire. Le aree talamiche il cui corretto funzionamento dipende da tali arterie, risulta compromesso. Nell'Uomo, Cosson A. (2003) dà una particolareggiata descrizione della irrorazione sanguigna arteriosa talamica. L'autore

classifica le arterie talamiche in sei gruppi che sarebbero quattro se si considerano in un unico insieme i rami perforanti delle coroidali postero – mediali, postero – laterali e anteriori.

La classificazione delle arterie talamiche secondo Casson:

1. Arteria premammillare. Quest'arteria è quasi sempre costante. 2. Arterie talamiche perforanti. 3. Arterie talamiche genicolate. 4. Rami perforanti delle a.a. coroidali postero – mediali, postero – laterali (5) ed anteriori (6). Variazioni dell'arteria premammillare erano rare. Unilaterale era l'origine dell'arteria talamica perforante in due casi su tre. L'origine delle arterie talamo genicolate era presso la cerebrale posteriore (53% dei casi), oppure presso le coroidali posteriori (43%). L'arteria coroidale postero – mediale molto spesso era singola e nella norma dava rami perforanti per l'area talamica mediale. L'a. coroidale postero – laterale era spesso multipla e dava solo branche perforanti per la parte talamica superiore. Rami del pulvinar molto spesso si originavano dalle arterie coroidali postero – laterali (2/3 dei casi) e più di rado dalle coroidali postero-mediane (1/3 dei casi). L'arteria coroidale anteriore sarebbe una fonte vascolare per il talamo coi suoi rami cisterna, diretti alle parti laterali del talamo. Sarebbe anche possibile la partecipazione dei rami plessiformi nella vascolarizzazione del *pulvinar*. Per Casson, questi rami tagliano obliquamente il peduncolo del ventricolo laterale.

Età ed Emodinamica talamica - Solo nell'Uomo, la carotide interna è di grosso calibro, superiore alla corrispondente esterna. In molte specie di mammiferi, l'arteria carotide interna scompare dopo la nascita e l'apporto sanguigno al cervello è assicurato da rami della mascellare interna, oltre che dalla faringea ascendente. Nell'Uomo, l'obliterazione delle comunicanti posteriori a livello di Poligono di Willis comporta ridotto apporto sanguigno, in particolare nei nuclei mediani del talamo, irrorati dall'arteria premammillare. Malattie senili come la Demenza di Guam, alcune atrofie del talamo con demielizzazione dei fasci di connessione (centro mediano, nuclei intralaminari) troverebbero una delle concause nella sclerosi delle comunicanti posteriori a livello del Poligono di Willis. Queste modificazioni vascolari sarebbero molto precoci. Già dopo la nascita, la parte anteriore del ramo caudale della carotide interna diminuisce di volume. Allora come se la carotide non potesse più - attraverso il suo lume ristretto – inviare sufficiente sangue all'arteria basilare, la vertebrale aumenta di volume e la supplisce. Nell'arteria basilare ora, il sangue circola dal basso in alto. Questo vaso aumenta anch'esso di volume e così fanno i suoi rami anteriori e le due cerebrali posteriori che sembra, lo continuano. Mentre la parte posteriore del ramo caudale acquista sviluppo considerevole, la sua parte anteriore, quella che precede l'emergenza della cerebrale posteriore, continua ad atrofizzarsi e diviene l'arteria senza importanza che nell'adulto prende il nome di comunicante posteriore e che quasi sempre finisce con l'obliterarsi. La carotide interna che primitivamente è la sola arteria encefalica, nel corso dello sviluppo corporeo perde i territori posteriori del suo dominio a favore di un'arteria di formazione più recente, l'arteria vertebrale (Testut L & Latarjet A., 1966). Alcune arterie come la premammillare e altri ramuscoli, destinati al talamo, si originano dalla comunicante posteriore, destinata come scritto, a ridursi e ad obliterarsi con l'avanzare dell'età. Dal punto di vista funzionale, il talamo comprende: 1. Nuclei del relè disposti sulle vie corticopete: nuclei latero-ventrale posteriore, intermedio, corpi genicolati, nucleo anteriore. 2. Nuclei di associazione tra i centri specifici e la corteccia: nucleo latero-dorsale, pulvinar, nucleo mediale dorsale. 3. Nuclei di associazione e di attivazione diffusa di tipo reticolare: centro mediano, nuclei intra-laminari, nuclei reticolari, nucleo latero-ventrale anteriore.

Eidelberg e Galaburda, (1982) hanno studiato la parte posteriore del talamo di nove cervelli umani normali, ricercando eventuali asimmetrie sinistra-destra. Gli Autori hanno trovato che le zone talamiche riflettono l'asimmetria dei campi corticali a cui proiettano: era evidente una leggera distorsione verso destra. Inoltre, il nucleo talamico laterale posteriore (correlato al lobulo parietale inferiore grossolanamente asimmetrico) aveva una significativa distorsione verso sinistra in otto dei nove cervelli misurati. Per gli autori, quest'asimmetria spiegherebbe l'apparente specializzazione linguistica del talamo dominante.

Riassunto. Il talamo modula l'attività corticale in corso, la connettività, la topologia e la variabilità con numerosi meccanismi. Ad esempio, gli output del driver glutamatergico provenienti dai nuclei

talamici possono regolare le risposte corticali. Input talamocorticali suscitano un'attività evocata corticale più forte rispetto agli input cortico-corticali (Zhang W & Bruno RM, 2019). Gli input talamocorticali diretti alle regioni corticali sono adattativi, potendo essere modulati da influenze inibitorie dei gangli della base e del nucleo reticolare (Halassa MM et al., 2016). Pertanto, la combinazione di interazioni talamocorticali eccitatorie e inibitorie può modellare dinamicamente le attività corticali su scale spaziali, dando origine a un'ampia gamma di profili di attività, correlati a una moltitudine di fenomeni comportamentali.

Il talamo è una struttura in prevalenza di materia grigia diencefalica con ruoli essenziali nella fisiologia umana. Il talamo è composto da diversi nuclei, ognuno dei quali ha ruolo unico, che va dalla trasmissione di segnali sensoriali e motori, alla regolazione della coscienza e dell'attenzione. Sta sul mesencefalo, connettendosi con la corteccia cerebrale in tutte le direzioni. Il talamo è collegato al controlaterale tramite l'adesione intertalamica. Il talamo forma le pareti superiore e laterale del terzo ventricolo. La parte dorsale completa il pavimento del ventricolo laterale. Lateralmente, confina col braccio posteriore della capsula interna. Anterolateralmente, confina con la testa del caudato, col nucleo ventrale, col subtalamo e con l'ipotalamo.

Il talamo è stazione di rice-trasmettente, filtrando informazioni tra cervello e corpo. Il nucleo genicolato laterale del talamo ha informazioni sensoriali visive dalla retina per indirizzarle alla corteccia visiva del lobo occipitale. Il nucleo genicolato mediale ha informazioni sensoriali uditive dal collicolo inferiore, proiettandole alla corteccia uditiva primaria nel lobo temporale. Il talamo si divide in cinque componenti funzionali principali:

1. Nuclei reticolari e intralaminari: eccitazione e regolazione del dolore.
2. Nuclei sensoriali: regolano tutti i domini sensoriali tranne l'olfatto.
3. Nuclei effettori: governano la funzione motoria del linguaggio.
4. Nuclei associativi: integrano le funzioni cognitive.
5. Nuclei limbici: l'umore e la motivazione.

Irrorazione talamica. L'arteria comunicante basilare, la cerebrale posteriore e la comunicante posteriore sono il principale apporto di sangue al talamo. Alcune di queste arterie si riducono, o scompaiono in età adulta. I principali peduncoli vascolari che riforniscono il talamo sono:

1. Arteria tuberotalamica (arteria polare)
2. Arteria paramediana
3. Arteria talamogenicolata e
4. Arteria coroidale posteriore mediale e laterale

50) LE RETI MIRABILI NEL GATTO - La rete mirabile del Gatto è formata da una parte esocranica, disposta lungo il percorso dell'arteria mascellare ed una endocranica, meno estesa in prossimità dell'origine dell'arteria carotide cerebrale. I due sistemi arteriosi sono collegati da quattro rami anastomotici che, dalla rete mirabile della mascellare, entrano nel cranio attraverso la fessura orbitaria. La rete mirabile extracranica nel Gatto, forma una specie di barriera cribrosa disposta trasversalmente sulla direzione dell'arteria mascellare esterna. Ne deriva rallentamento e calo pressorio del flusso sanguigno, sia nell'arteria carotide cerebrale, sia nell'arteria mascellare nel suo tratto orale post-rete.

La legge del Caselli dice: *le velocità di un liquido nei diversi tratti di un tubo di efflusso, sono inversamente proporzionali alle sezioni di esse.* Per questo, una parte del flusso sanguigno circolante nella carotide comune e nel tratto dell'arteria mascellare che precede la rete mirabile, è deviato principalmente nelle arterie che irrorano i padiglioni auricolari (dove maggiore è la dispersione termica), irrorano ancora l'orecchio interno, le labbra, la lingua, la regione temporale (muscoli temporali) e la mandibola. Inoltre, l'ottimale irrorazione dell'orecchio interno nel Gatto ne favorisce l'udito eccezionale.

Un ramo anastomotico – tra rete mirabile esocranica ed intracranica – dà origine all'arteria meningea media. Nel Gatto, l'irrorazione sanguigna del cervello è assicurata pertanto da:

1. Arteria carotide cerebrale, proveniente dalla rete mirabile intracranica.
2. Arteria basilare.
3. Arteria faringea ascendente che termina nella carotide cerebrale.

La presenza di uno strozzamento - reti mirabili intra ed extra craniche - lungo due ipotetici condotti - comporta differenza di livello e perdita di carico, o di energia cinetica del sangue. Queste perdite di carico sono rilevabili con un manometro differenziale, tra il punto d'entrata del restringimento e il punto che rappresenta la fine del restringimento stesso. Quanto maggiore è la distanza tra i due punti tanto maggiore è il valore ΔH .

Dove $2g$ è l'accelerazione di gravità.

$$\Delta H = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = \zeta$$

Nel Gatto, la carotide interna – dopo i primi periodi di vita extrauterina – è sostituita dalla faringea ascendente. Questo vaso origina, come la carotide interna, dalla carotide comune. Però l'origine della faringea ascendente è più craniale della carotide interna. Il dislivello pressorio (ΔH), tra il punto d'origine della faringea ascendente e la sua terminazione, è inferiore a quello registrabile tra origine e terminazione della carotide interna che ha lunghezza superiore. Dopo i primi periodi di vita extrauterina, la carotide interna regredisce e rimane la faringea ascendente nella quale il flusso sanguigno è soggetto a valori di ΔH meno estremi. Esiste quindi nel Gatto un complesso riadattamento della circolazione sanguigna cerebrale, subito dopo la nascita.

È importante anche il seguente aspetto. Nei ruminanti le arterie generatrici la rete mirabile sono individualmente più brevi della corrispondente carotide interna, la quale regredisce nei primi periodi di vita post-uterina. Nel Gatto, l'arteria faringea ascendente (come le arterie generatrici la rete mirabile del Bovino) è più breve della carotide interna. In base all'equazione di Poiseuille, particolare importanza ha il raggio del vaso, ma anche la sua lunghezza: più lungo è il vaso e più aumenta il coefficiente di viscosità del sangue ed il lavoro del cuore. Il persistere quindi della faringea ascendente e la regressione della carotide interna nel Gatto, corrispondono agli adattamenti della circolazione sanguigna cerebrale negli animali d'età adulta.

EQUAZIONE DI POISEUILLE

$$1) F = \frac{(P_1 - P_2) \cdot \pi r^4}{8 \eta l} = \frac{\Delta P \cdot \pi r^4}{8 \eta l}$$

P1 = pressione all'inizio del condotto; **P2** = pressione alla fine del condotto;
 ΔP = differenza tra le due pressioni; **r** = raggio del condotto; **l** = lunghezza;
 η = viscosità del liquido che nel condotto scorre.

Il numero *otto* è stato inserito per mantenere la velocità in unità consistenti con altri flussi.

La legge di Poiseuille, dice che il flusso aumenta con l'aumentare della pressione di spinta, con l'aumentare del raggio del condotto, col diminuire della lunghezza e della viscosità del liquido che vi scorre. Particolare importanza ha il raggio, essendo il flusso proporzionale alla sua quarta potenza. La viscosità η del sangue umano normale è circa 0,035 P (P è l'unità di misura espressa in Poise).

Poiché il flusso è anche dato dall'espressione:

(2) $F = V \cdot \pi r^2$

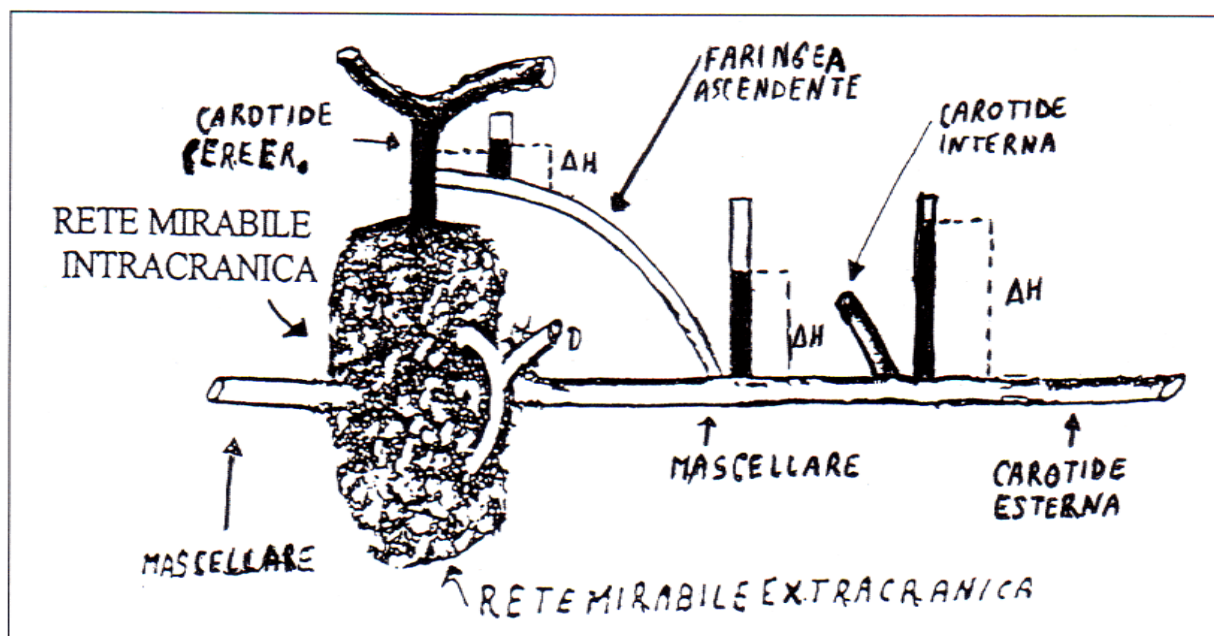
Dove V è la velocità media di scorrimento di un liquido in un condotto di raggio r.

Dalla 1 e dalla 2 si avrà:

(3)

$$\frac{\Delta P \cdot r^2}{8 \eta l}$$

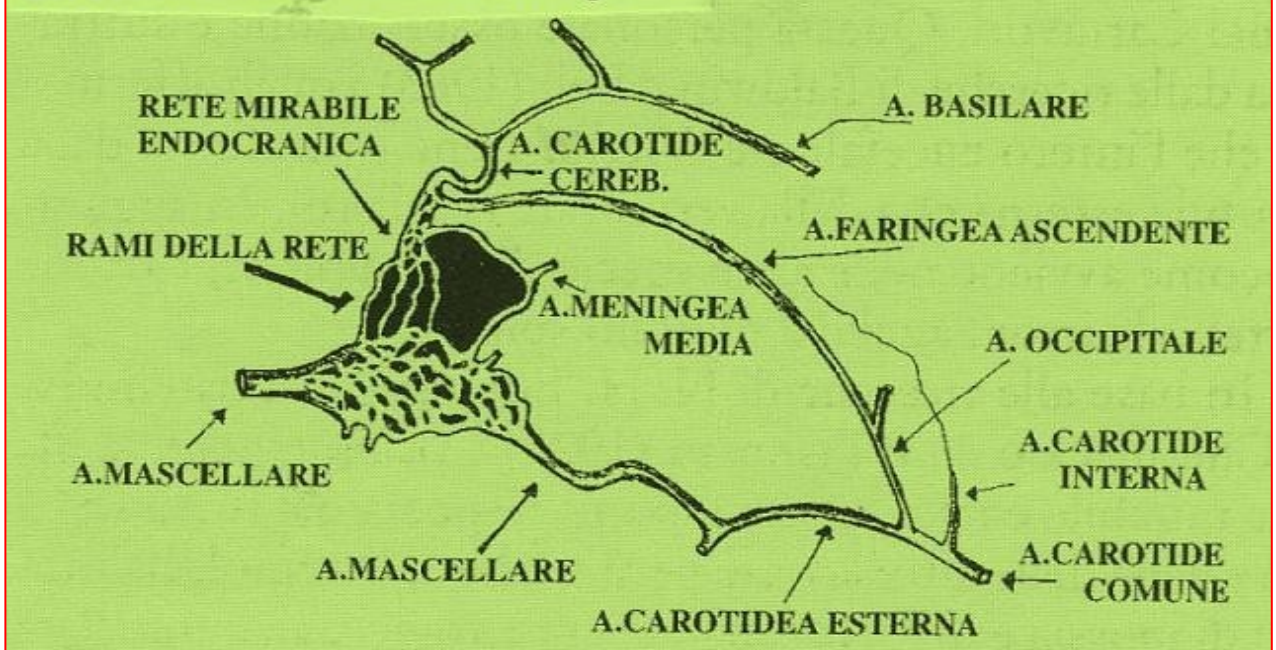
Per cui, la velocità media di scorrimento di un liquido dipende direttamente dal gradiente di pressione e del quadrato del raggio del condotto e inversamente dalla sua lunghezza e viscosità del liquido. Nel Gatto nella faringe ascendente, rispetto alla carotide interna, si riducono il coefficiente di viscosità di scorrimento del sangue e la lunghezza vasale, mentre la differenza di pressione, tra entrata e uscita (origine e terminazione della faringe ascendente), hanno bassi coefficienti. Il seguente schema illustra la circolazione encefalica nel Gatto. L'arteria indicata con D è la meningea media con due radici, una nella rete mirabile intracranica e una in quella al di fuori del cranio.



CARNIVORI (GATTO):

- 1) Stomaco ghiandolare alla nascita: dieta latte e dopo lo svezzamento, carnea.
- 2) Nei primi periodi di vita extra-uterina, ci sono la carotide interna ed il Poligono di Willis.
- 3) Dopo lo svezzamento e l'alimentazione a base di carne, avvengono importanti cambiamenti nella circolazione encefalica con la regressione della carotide interna, lo sviluppo di reti mirabili encefaliche e l'incremento della faringe ascendente che supera a ponte le reti mirabili, unendosi alla carotide cerebrale.

Circolazione Encefalica nel gatto.



Perdite di carico nella carotide cerebrale. Dalla rete mirabile encefalica, si origina un unico ramo che affluisce nel Poligono di Willis: l'arteria carotide cerebrale di calibro maggiore rispetto ai rami della rete da cui nasce. Il flusso sanguigno nella carotide cerebrale, a causa del brusco allargamento di sezione, ha minore energia cinetica e di pressione rispetto alle arterie della stessa rete mirabile ed ancora di meno, in confronto alle carotidi interne ed alle arterie mascellari. Quando un condotto ha un brusco allargamento, come la carotide cerebrale di calibro superiore alla somma delle arteriole da cui si origina, il coefficiente di resistenza (δ) è dato:

$$\delta = [1 - (d/D)]^2$$

d = somma dei diametri degli affluenti nella carotide cerebrale;

D = diametro medio della carotide cerebrale;

δ è dunque la perdita di energia cinetica (o di carico) del flusso sanguigno nella carotide cerebrale a causa del suo brusco allargamento, rispetto alle arteriole da cui si origina.

51) DUE ENUNCIATI

Se una specie animale "A" tiene il cranio per lungo tempo vicino al suolo in un piano di sotto la base cardiaca, allora in entrambi i lati del Poligono di Willis si è sviluppata una rete mirabile encefalica "B". Animali che tengono la testa per lunghi periodi di tempo sotto la base cardiaca principalmente per mangiare, sono i ruminanti, il suino ed i felini: A ↔ B



Viceversa, se e solo se una specie di mammiferi mantiene il cranio per lunghi periodi di tempo al di sopra della base cardiaca, c'è solo il Poligono di Willis alla base cranica. Fa eccezione la Giraffa per il lungo collo, una carotide comune anch'essa molto lunga nella quale la viscosità sanguigna è elevata. Nella Giraffa, le alte pressioni sistoliche encefaliche sono contrastate dalle reti mirabili a protezione del cervello. Inoltre, la Giraffa se deve bere, piega e divarica gli arti anteriori in modo da evitare che il cranio, per un periodo di tempo lungo, sia al di sotto della base cardiaca. Nella Giraffa come in tutti i ruminanti (tutti i ruminanti hanno estese reti mirabili sulla base cranica), ha i prestomaci, accompagnati da pressioni sistoliche elevate.

In conseguenza di tali enunciati si possono fare gli schemi A e B:

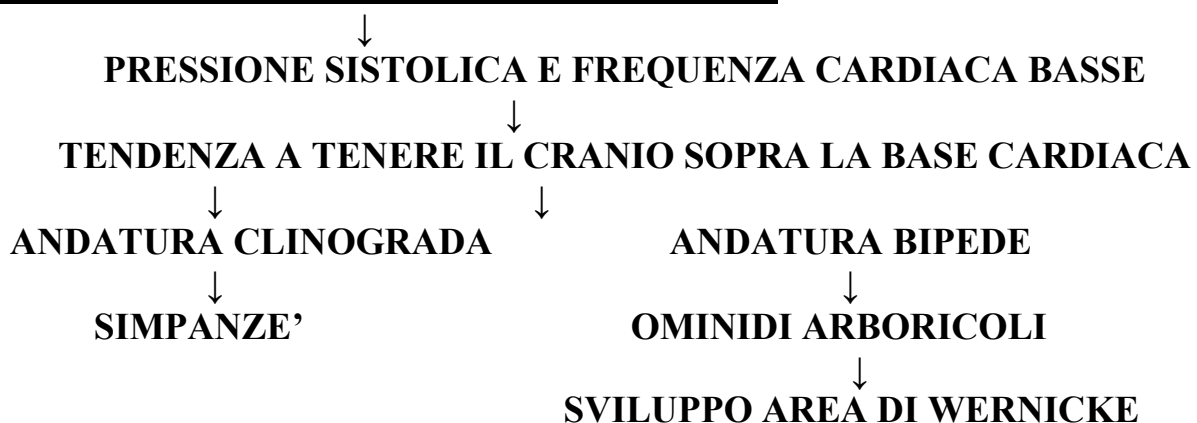
A

ANIMALE CON RETE MIRABILE ENCEFALICA



B

ANIMALE COL SOLO POLIGONO DI WILLIS



N.B. Funzioni complesse con elevato consumo di O₂ come nel linguaggio umano, necessitano di una particolare emodinamica con flusso sanguigno costante ed elevata velocità. Nell'Uomo, la presenza di reti mirabili encefaliche, ne ridurrebbe velocità e pressione.

SI PUÒ FARE IL SEGUENTE SCHEMA ALL'INTERNO DI UNO OMOLOGO E PIÙ AMPIO SCHEMA GENERALE SULL'EVOLUZIONE IN SENSO FRATTALE DEI MAMMIFERI

1. PRENSIONE DEGLI ALIMENTI: CON ARTI SUPERIORI (UOMO), CON LA PROBOSCID (ELEFANTE).
2. CIRCOLAZIONE CEREBRALE PRIVA DI RETI MIRABILI E CON SOLO IL POLIGONO DI WILLIS.
3. SVILUPPO DI SPICcate ASIMMETRIE CEREBRALI.

Nell'Uomo negli ultimi periodi di vita intrauterina, il Poligono di Willis è incompleto (mancano le comunicanti anteriori e posteriori). Prima della nascita, il cervello umano ha elevato sviluppo. Asimmetrie cerebrali, iniziate dalla 31° settimana di gestazione, avverrebbero anche dopo la nascita. Prima della nascita, sarebbero favorite le asimmetrie verso destra. L'asimmetria del Planum temporale sinistro, spesso notata nel feto, potrebbe collegarsi a variazioni di flusso in conseguenza dei movimenti brevi e discontinui degli arti superiori. Questi movimenti comportano variazioni di flusso nell'arteria carotide comune di destra, come già è stato detto, mentre nella carotide comune di sinistra il flusso è più costante. Dopo la nascita e nei primi anni di vita, nelle arterie cerebrali medie umane, esistono differenze emodinamiche. In quella di sinistra, la velocità del sangue è mediamente di 58,6 cm/sec e in quella di destra è di 55,5 cm/sec. Nella cerebrale media di sinistra il flusso sanguigno è più stabile, favorevole all'emergenza del linguaggio umano nell'area di Wernicke e di Broca. Nell'Uomo e nelle specie col solo Poligono di Willis, c'è incremento volumetrico del corpo calloso.

PRENSIONE DEGLI ALIMENTI



CIRCOLAZIONE CEREBRALE CON POLIGONO DI WILLIS E RETI MIRABILI ENCEFALICHE



ASIMMETRIE DI TIPO VOLUMETRICO TRA LOBO DESTRO E SINISTRO IN GENERE SVILUPPATESI NEL PERIODO FETALE QUANDO ERANO PRESENTI LE CAROTIDI INTERNE

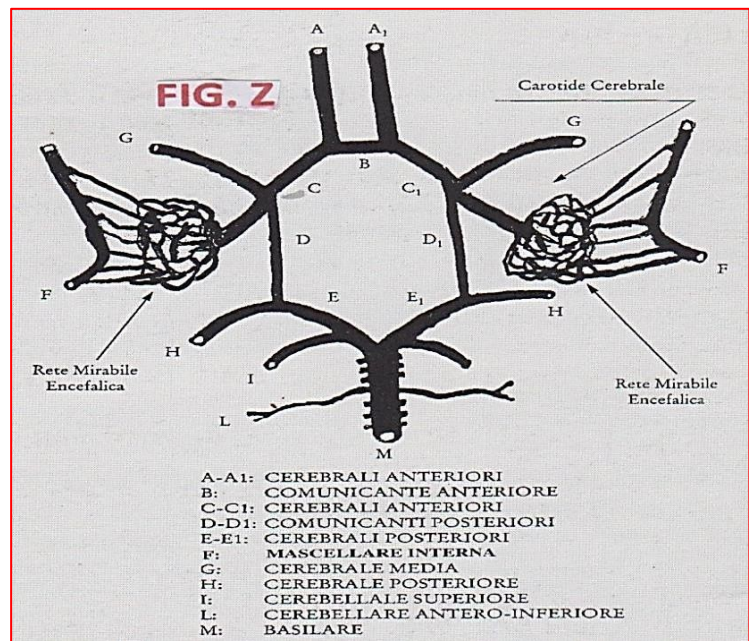
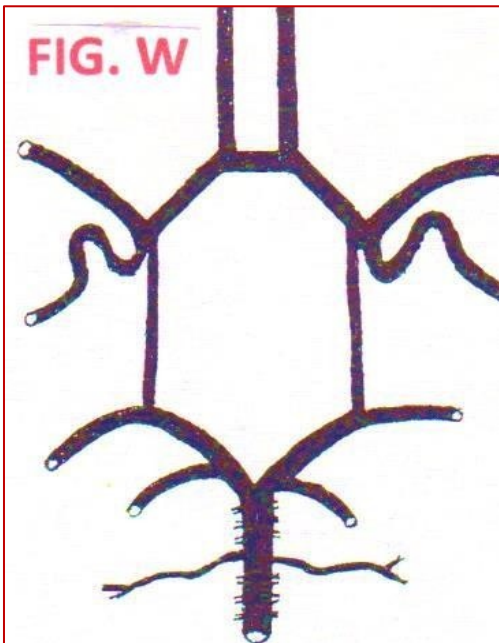


CORPO CALLOSO MOLTO RIDOTTO NELLE SPECIE PROVVISSE DI ESTESE RETI MIRABILI

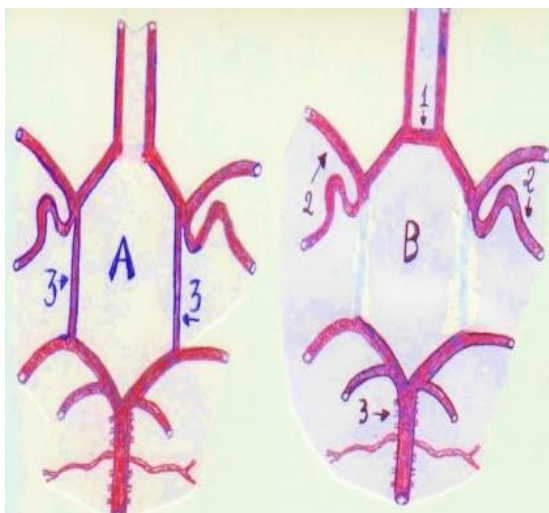
Le arteriole della rete mirabile hanno una grossa componente di muscolatura liscia che regola brusche variazioni pressorie. A monte della rete mirabile encefalica, non c'è un unico vaso d'afflusso, ma diversi, in genere 3-4 (nel Bovino sono dieci). Più in particolare, nel Bovino e in genere nei ruminanti, l'arteria carotide interna è presente solo nel feto e nei primi periodi di vita post-uterina, poi regredisce in parallelo alla riduzione volumetrica dell'abomaso. Nei ruminanti, l'encefalo riceve il sangue attraverso un complesso sistema vascolare, alimentato da rami dell'arteria mascellare interna. Un apporto suppletivo di sangue è assicurato dall'arteria basilare. L'arteria mascellare interna, in prossimità del corpo dello sfenoide, dà origine alle arterie generatrici la rete mirabile. Una di queste è caudale e attraversa il foro ovale. Le altre formano il gruppo rostrale, entrando nel foro orbitorotondo. Alcuni di questi rami nascono dall'arteria buccale e anche dall'oftalmica esterna. Dalle arterie generatrici la rete mirabile, si origina un groviglio di vasi di medio e piccolo calibro, ai lati dell'ipofisi (rete mirabile encefalica). Numerosi rami trasversali passano vicino al chiasma dei nervi ottici, collegando le reti mirabili dei due lati e formano la "rete mirabile epidurale chiasmatica". Da questa, si origina l'a. oftalmica interna che nelle specie provviste di solo Poligono di Willis, deriva dall'arteria cerebrale rostrale.

Nel delfino, ci sono circa ottocento rami affluenti alle reti mirabili in parallelo. Alla perdita di energia cinetica nella rete mirabile, si aggiunge quella nell'arteria carotide cerebrale, un vaso di calibro maggiore rispetto a quello da cui si origina. Quando un condotto subisce un brusco allargamento, il coefficiente di resistenza (ζ) cui va incontro il sangue circolante è dato dalla formula: $\zeta = [1 - (d / D^2)]^2$

Dove d è il diametro del tubo più piccolo e D quello del tubo maggiore, ζ è il dislivello della linea dei carichi effettivi tra due sezioni S' ed S'' , cioè la perdita di carico dovuta ai bruschi allargamenti (nel nostro caso, l'arteria carotide cerebrale).



Nella figura **W**, è disegnato il solo Poligono di Willis che poggia sulla base cranica. Nella successiva (fig. **Z**), c'è il Poligono di Willis, affiancato da reti mirabili encefaliche. Nell'Uomo, primati, Cavallo (equini) e Coniglio (lagomorfi) c'è solo il Poligono di Willis, come anche in specie antiche, per esempio rettili e anfibi. Nel Cavallo, il Poligono di Willis è servito da un'arteria carotide interna esile, quasi una collaterale della carotide esterna. In altre specie, come i ruminanti, i carnivori e i cetacei, il Poligono di Willis è affiancato da estese reti mirabili. Nel Delfino come negli altri cetacei, tra cuore e sistema nervoso centrale, esistono sette reti mirabili.



Nella specie umana, il Poligono di Willis ha importanti modificazioni strutturali e funzionali nel corso della vita. Subito dopo la nascita e negli ultimi periodi di vita intrauterina, il Poligono di Willis è incompleto, mancando la comunicante anteriore (A). Nell'adulto, la comunicante posteriore si atrofizza ed i due sistemi, il vertebrale ed il carotideo, diventano indipendenti (B).

- comunicante anteriore
- arteria carotide interna
- arteria basilare.

Arteria Basilare. L'arteria basilare si forma in seguito alla fusione sulla linea mediana delle parti medie dei due rami caudali della carotide interna. Il sangue vi circola primitivamente dal davanti all'indietro (dalla carotide verso il midollo). Quando le arterie vertebrali di formazione secondaria si sono congiunte alla basilare, il sangue circola invece dall'indietro in avanti (dalla protuberanza in direzione del cervello). La comunicante posteriore nell'adulto è la porzione iniziale del ramo caudale della carotide interna, priva del suo territorio posteriore e sostituita dalla vertebrale. La cerebrale posteriore, primitivamente minuscola, semplice collaterale del ramo caudale della carotide interna, è adesso molto voluminosa e fa seguito al ramo di biforcazione corrispondente all'arteria basilare. Durante gli ultimi periodi di vita intrauterina ed i primi di vita post uterina, in coincidenza con lo sviluppo del cervello rapido ed elevato, la circolazione cerebrale di destra è nettamente separata da quella di sinistra. L'arteria basilare nell'Uomo ha diametro di 4,24 mm superiore a quello delle carotidi interne che è circa 4,00 mm. Le arterie cerebrali posteriori che si originano come rami terminali della basilare hanno diametro dimezzato, ma velocità sistolica raddoppiata che nella basilare, Cassot et al, (2000). All'estremità delle due comunicanti posteriori del Poligono di Willis, avvengono perdite per mescolanza che nella prima fase della vita sono localizzate tra arteria basilare e comunicante posteriore e nella seconda parte della vita, quando la direzione di flusso s'inverte, le perdite per mescolanza avvengono tra comunicante posteriore e carotide interna. In genere, nella vita adulta, il lume delle due comunicanti posteriori si riduce, fino ad occludersi. Nell'Uomo, la diretta continuazione della carotide interna è l'arteria cerebrale media. Secondo Zeal A.A. et al. (1978) nell'Uomo, il percorso dell'arteria cerebrale posteriore (continuazione diretta della basilare) può essere diviso in quattro segmenti che sono:

1. Segmento prossimale: nel punto in cui si origina in prossimità della comunicante posteriore, continuandosi dalla basilare, senza un limite netto.
2. Segmento intermedio che va dalla terminazione della comunicante posteriore fino al mesencefalo che è la parte del cervello con varie funzioni: visione, controllo motorio, veglia/sonno, allerta, regolazione della temperatura corporea. Il segmento intermedio della cerebrale posteriore è diviso in due metà uguali tra loro, l'anteriore (segmento intermedio vero e proprio) e la metà posteriore che è in realtà il **terzo segmento**.
3. Il quarto segmento si origina a livello della zona posteriore del mesencefalo, attraversa la lamina quadrigemina, entrando nella parte anteriore della scissura calcarina. Presenta tre tipi di ramificazioni: (a) rami corticali per il cervello, (b) rami centrali per il tronco encefalico (ponte, bulbo e midollo allungato). Questi rami centrali forniscono anche le arterie talamo perforanti posteriori. Infine, ci sono i rami ventricolari per il plesso corioideo (c) che irrorano le pareti del terzo ventricolo, spingendosi fino al al pulvinar.

Nell'Uomo dunque con l'avanzare dell'età, la comunicante posteriore del Poligono di Willis si occlude ed il flusso sanguigno nell'arteria basilare aumenta fino a quasi eguagliare quello della carotide interna. Mathew Roy J. et al., (1986) hanno trovato una riduzione del flusso sanguigno regionale (rCBF) relativamente accentuato con l'avanzare dell'età. Inoltre, le donne adulte avevano un più elevato flusso cerebrale rispetto ai maschi adulti e questa differenza era più marcata nelle aree dei lobi frontali. Nella specie umana, l'arteria basilare è il principale vaso sanguigno della circolazione cerebrale posteriore, fornendo al cervello fino al 15% della gittata cardiaca totale. L'arteria basilare è nella fossa cranica posteriore, originandosi sulla linea mediana dall'unione delle due arterie vertebrali. Nel suo percorso, emette i seguenti cinque rami principali:

1. cerebellare anteriore inferiore,
2. uditivo interno (labirintico),
3. cerebellare superiore,
4. pontino,
5. arterie posteromediali .

L'arteria basilare termina biforcandosi nelle arterie cerebrali posteriori del Poligono di Willis.

Arteria Cerebrale Media: ha all'inizio piccolo calibro, considerata una collaterale della cerebrale

posteriore. In un secondo tempo, con lo sviluppo dei territori da essa irrorati, con la riduzione del calibro delle due comunicanti posteriori e con lo sviluppo delle arterie vertebrale e basilare, diventa la diretta continuazione della carotide interna. I suoi rami collaterali nell'adulto sono:

- Arterie perforanti, destinate ai nuclei grigi centrali.
- Arterie corticali, destinate alla parte arteriole del lobo frontale.
- Arteria temporale anteriore che si ramifica nel giro temporale superiore e sui due terzi anteriori del giro temporale medio. È spesso raddoppiata da un'arteria temporale media.

Rami ascendenti: nei casi tipici, esistono quattro rami ascendenti:

1. L'arteria frontale anteriore, o inferiore che si distribuisce al giro frontale superiore;
2. L'arteria frontale ascendente, o pre-frontale: si ramifica sui tre quarti inferiori del giro prefrontale e sulla parte posteriore del giro frontale medio;
3. Arteria del solco centrale: si distribuisce al giro precentrale, sprofondando nel solco centrale. Sorpassa il margine superiore dell'emisfero;
4. Arteria parietale anteriore, o ascendente: si ramifica nel giro post centrale, dopo essersi infossata nella parte iniziale del solco intra parietale.

Dalla cerebrale media si originano ancora:

- Arteria temporale post. spesso duplice e diretta alla parte posteriore dei due giri temporali.
- Arteria parietale posteriore: irrorata la maggior parte del lobo parietale.
- Arteria del giro angolare: irrorata questa regione e invia arteriole fino al lobo occipitale.

Arteria Cerebrale Anteriore: è la branca di biforcazione craniale della carotide interna. La comunicante anteriore che unisce l'una all'altra le due cerebrali anteriori, non esiste al principio. Essa è una formazione secondaria. Questo fenomeno favorisce l'asimmetria volumetrica a livello dei lobi frontali che intorno ai diciotto anni misurano in media:

SIN.: 200,1 cm³ – DESTRO: 216 cm³ (donne).

SIN.: 224,4 cm³ – DESTRO: 235,5 cm³ (uomini).

Vasi corticali ascendenti e discendenti. Grandi vasi sono localizzati sulla superficie del cervello. I vasi corticali discendenti e ascendenti vanno perpendicolarmente nella corteccia. Le arterie corticali si ramificano fino a formare una sottile rete capillare. La densità vascolare è più elevata nella sostanza grigia che nella bianca. Nella corteccia, c'è uno schema ordinato e continuo con cambiamenti moderati nella densità vascolare. Il letto capillare è drenato sulla superficie corticale dal sistema venoso. Le vene corticali sono analoghe alle arterie, orientate ortogonalmente alla superficie corticale. I vasi corticali possono suddividersi in corti, intermedi e lunghi, a seconda della profondità di penetrazione corticale. Aspetto interessante è il rapporto tra arterie corticali discendenti e vene corticali ascendenti che è 1,6 a favore delle arterie, più numerose delle vene, essendo la rete progettata per un sistema di alimentazione piuttosto che di drenaggio.

Barriera emato-encefalica e omeostasi cerebrale. Nel sistema nervoso centrale, l'endotelio dei vasi cerebrali isola il fluido extracellulare dal plasma sanguigno. La barriera emato-encefalica (BEE) è l'insieme dei meccanismi fisici ed enzimatici che impedisce alle macromolecole, ai soluti polari, ai neurotrasmettitori, ai peptidi e agli elettroliti di entrare passivamente nel cervello. Il trasporto di sostanze nutritive, di molecole e ioni è regolato da specifici meccanismi. La secrezione attiva del fluido extracellulare e del liquido cerebrospinale regola l'omeostasi dei nutrienti, dei cationi e degli H⁺. Il volume del liquido interstiziale, nel sistema nervoso centrale, non aumenta con l'incremento del volume totale, in riferimento al liquido extracellulare. La BEE è sensibile alle forze osmotiche, ma poco a quelle oncotiche. A differenza di altri organi e tessuti, le cellule degli endoteli cerebrali hanno complessi giunzionali apicali, oltre alle giunzioni strette, molto simili alle cellule epiteliali, sia strutturalmente che funzionalmente. Nell'insieme, formano la barriera emato-encefalica che controlla gli scambi tra sangue e compartimenti cerebrali. La barriera emato-encefalica limita la diffusione passiva dei soluti trasportati dal sangue, ma trasporta attivamente i nutrienti al cervello.

52) TOPOGRAFIA DELLE ARTERIE RENALI - La relatività generale smentisce l'immagine intuitiva dello spazio-tempo, come un contenitore in cui si trovano oggetti vari. Lo spazio-tempo non può sostenere alcuna struttura localizzata. Non osserviamo le cose in posizioni assolute, isolate da un contesto. Assegniamo l'ubicazione di un oggetto nello spazio-tempo in base alla disposizione con cui si collega ad altri. Ad essere oggettive, sono le reciproche posizioni. Sono le relazioni, i rapporti tra oggetti e cose i punti di riferimento e sono essi a determinare gli eventi del mondo esterno. Ciò è valido anche per la topografia degli organi all'interno del nostro corpo.

Le tre similitudini della fisica, legate ad eventi biologici, come lo è l'ultrafiltrazione renale.

Dall'enciclopedia TRECCANI, definizione di similitudine fisica. Similitudine fisica, o teoria di similitudine, è qualsiasi teoria che, dal confronto fra due sistemi materiali, in qualche modo in corrispondenza tra loro, stabilisca i legami di specifiche grandezze, esistenti fra i valori relativi ai due sistemi. La similitudine di per sé è molto utile per avere risultati circa il comportamento di un sistema, mediante la sperimentazione di un modello in scala ridotta. La similitudine tra modello ed oggetto vero si verifica se le caratteristiche fisiche del secondo possono essere dedotte dalle caratteristiche dell'altro, con una conversione che usi un fattore di scala. C'è similitudine tra modello ed oggetto vero, se i rispettivi modelli matematici e le variabili adimensionate sono identici. L'analisi dimensionale si basa sul fatto che una qualsiasi relazione, o una qualsiasi equazione matematica debba avere una dimensione coerente, cioè tutti i termini di una equazione devono avere la stessa dimensione. L'equazione adimensionale viene fuori di conseguenza, dividendo i termini dell'equazione per uno di essi. Queste nozioni possono avere validi riferimenti in biologia. **Fisiologia renale.** Nei reni, esistono fenomeni fisiologici ed endocrini, legati in particolare all'ultrafiltrazione del sangue. Il presente studio su alcuni parametri della fisiologia renale ha il fine di dimostrare, come sia improbabile, l'affermazione secondo cui il patrimonio genetico controlli peso, volume, forma, disposizione renale, compreso la geometria dei vasi arteriosi, destinati ai due organi. Di certo esistono regolatori genetici, ma il loro ruolo e funzione sarebbero molto condizionati dalla topografia dei reni. La variazione di volume e del peso di un rene avviene indipendentemente dalla specie di mammifero considerata, dal patrimonio genetico ed è pertanto un aspetto universale. Serluca F., Drummond I. A., and Fishman M. C. (2002), hanno trovato una stretta correlazione tra cuore e reni. Gli a.a. affermano che tutte le malformazioni embrionali dei reni sono collegate a disfunzioni più o meno gravi del cuore. Inoltre, sia i farmaci che interferiscono con la gittata cardiaca, sia la occlusione focale con laser, alterano in modo analogo (alle disfunzioni cardiache) la formazione glomerulare, durante la vita embrionale. Serluca et all., hanno trovato che nel *pesce zebra* c'è un gene, indicato con la sigla **MNP-2** e conosciuto come regolatore della tensione causata dal flusso sanguigno. Questo gene è presente nelle cellule endoteliali renali. **MNP-2** sarebbe implicato nel corretto assemblaggio glomerulare, ma la sua espressione è modulata dal flusso sanguigno. Il blocco di **MNP-2** con iniezione di **TIMP-2** non altera la circolazione sanguigna, ma arresta l'assemblaggio glomerulare. In modo indiretto, il flusso sanguigno è basilare per il corretto assemblaggio glomerulare, agendo probabilmente in risposta agli stiramenti delle pareti vasali. E' accertato infine che il normale battito cardiaco ha autosimilarità di tipo frattale che influenza, tra l'altro, direttamente l'ultrafiltrazione renale.

Il presente capitolo di anatomia e di fisiologia tende a dimostrare che le tre similitudini fisiche: geometrica, cinematica e dinamica dominano la fisiologia, la morfologia e lo sviluppo volumetrico renale, travalicando il condizionamento genetico.

A livello della capsula di Bowman, l'ultrafiltrazione avviene secondo tale formula che tiene conto della pressione idrostatica e sistolica del sangue circolante:

• **A) $P_f = P_c - (\Pi_e + P_e)$**

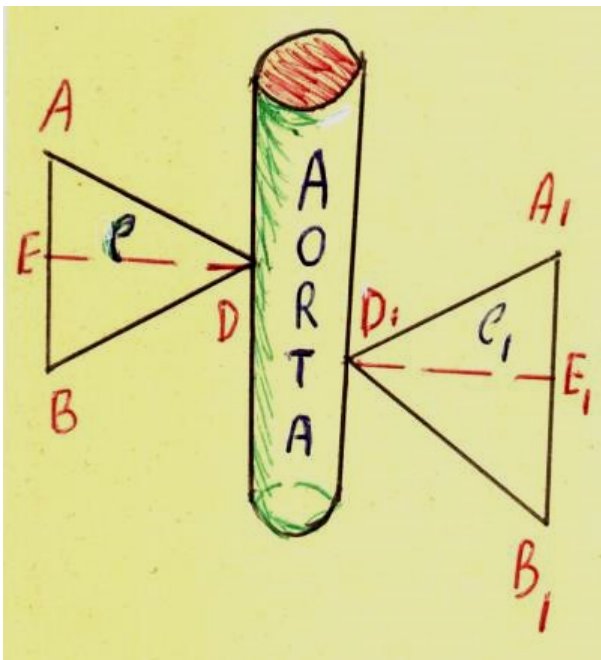
Dove: P_f è la pressione di filtrazione renale, P_c è la pressione intracapsulare, Π_e è la pressione colloidale osmotica, P_e è la pressione di membrana.

Le pressioni colloidale osmotica delle proteine plasmatiche e quella di membrana, quest'ultima dovuta alle pareti rivestite dall'endotelio dei vasi sanguigni e dai pedicelli dei podociti, si oppongono alla ultrafiltrazione sanguigna. Dalla **A**, si può scrivere che il volume di ciascun rene dipende da:

$$\alpha \cdot P_f / V = k$$

α = **QUANTITA DI SANGUE NELL'UNITA DI TEMPO (t) TRA L'ORIGINE DI UNA DELLE DUE ARTERIE RENALI E IL PUNTO DELLA SUA PENETRAZIONE NELL'ILO DEL CORRISPONDENTE RENE. LA α MOLTIPLICATA PER LA PRESSIONE SANGUIGNA A LIVELLO GLOMERULARE NELL'UNITA DI TEMPO (t) DA' UN VALORE CHE E' DIRETTAMENTE PROPORZIONALE AL VOLUME DELL'ORGANO.**

FIG. β



La geometria di alcuni vasi, in particolare arteriosi, oltre alla pressione sistolica sono indispensabili nella determinazione del volume renale. La pressione di ultrafiltrazione (P_f) è anche relazionata all'asimmetrica disposizione dei due organi, essendo il rene destro più in avanti e quindi più vicino al cuore del sinistro, ma l'arteria renale del lato destro è più lunga della controlaterale. Questo tipo di asimmetria di posizione, rispetto al cuore, si verifica in molte specie di mammiferi come nel Cavallo, nei piccoli e grandi ruminanti. Nell'Uomo, la disposizione dei due reni è diversa, in relazione alla stazione eretta. Comunque, nell'Uomo, le due arterie renali non hanno origine simmetrica. A livello dell'arteria renale di sinistra, l'aorta addominale conserva una pur minima obliquità che si riduce ulteriormente nel punto di origine dell'arteria renale destra. Quest'ultima è

più lunga dell'arteria renale sinistra. Un ideale filo a piombo fatto cadere dall'arco aortico nel punto d'intersezione tra questo vaso e il piano sagittale mediano, cadrebbe esattamente dove si origina l'arteria renale di sinistra (che ha calibro maggiore dell'altra). Ciò indica che proprio lì, la pressione sistolica del flusso sanguigno si sovrappone a quella idrostatica. Di conseguenza, l'arteria renale del lato opposto (destra), non può originare sullo stesso piano (lato opposto), ma più in basso, dove c'è flusso sanguigno caotico di rimbalzo. Il flusso sanguigno caotico avviene all'imbocco dell'arteria renale di sinistra. Questo stato turbolento dissipa energia, riducendo quella sistolica del sangue. Solo cinque, sei centimetri prima della sua terminazione, l'aorta addominale è perpendicolare.

• **Le tre similitudini della fisica teorica e la fisiologia renale.**

All'interno di ciascun rene, dal punto di vista funzionale, il sistema arterioso può essere ricondotto ad una struttura conica – cono arterioso – avente l'apice nel punto di origine della corrispondente arteria renale. Indicando con le lettere C e C' i due coni arteriosi, appartenenti rispettivamente al rene destro (C) ed al sinistro (C'), tra i due coni arteriosi sono valide le similitudini geometrica, cinematica e dinamica. Indichiamo con:

- **ABD** : cono del sistema arterioso del rene destro.
- **A'B'D'** : cono del sistema arterioso del rene sinistro.

- **ED e E'D'**: sono le altezze dei due coni arteriosi. Esse comprendono anche la lunghezza della rispettiva arteria renale, dal punto di origine fino all'altezza dell'ilo renale.
- **PS – α** : pressione sistolica all'origine dell'arteria renale destra.
- **PS – β** : pressione sistolica all'origine dell'arteria renale di sinistra.

Applicazione ai coni renali delle tre similitudini fisiche.

SIMILITUDINE GEOMETRICA

I sistemi arteriosi, schematizzati nei due coni C e C' (fig.β), si dicono simili dal punto di vista geometrico se c'è corrispondenza biunivoca tra gli elementi dei due sistemi ed il rapporto di **segmenti omologhi** ha valore costante **L** che è preso come 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 (aree totali dei due coni) e ad un rapporto tra volumi omologhi.

SIMILITUDINE CINEMATICA

I due coni, geometricamente simili, saranno cinematicamente simili se il rapporto tra le **velocità** di due dei qualsiasi punti omologhi è **costante**. Tale rapporto è da considerare con **V** e rappresenta la scala di riduzione delle velocità. Essendo $V = L/t$, fissata la scala di riduzione delle lunghezze **L**, è definita la scala di riduzione dei tempi **t**. Nei reni, il sangue arterioso ha velocità uniforme, però l'onda pulsatile ha picco prima nel cono più vicino al cuore (di solito il destro, che sarebbe il rene destro). Il picco sistolico è più alto nel rene destro, più vicino al cuore. Però, i due picchi sistolici sono tra loro direttamente proporzionali. Idem l'intervallo di tempo che li separa. C'è da precisare che l'arteria renale destra è **più lunga** della controlaterale e c'è maggiore dissipazione di energia cinetica al suo interno.

SIMILITUDINE DINAMICA

Due sistemi cinematicamente simili saranno dinamicamente simili se il rapporto tra le **forze omologhe** agenti sui di essi è costante. Tale rapporto s'indicherà con **F** e definisce la scala di riduzione delle forze. In particolare, affinché i due sistemi (coni arteriosi C e C') possano essere considerati simili, devono soddisfare le seguenti condizioni:

Similitudine geometrica impone:

$$D1 = L D2$$

D1: dimensione totale del sangue arterioso nel cono C,

D2: dimensione del sangue arterioso nel cono C',

L: scala di riduzione delle lunghezze.

Similitudine cinematica: impone che in ogni punto c'è uguaglianza dei rapporti delle velocità sanguigne arteriose e dei relativi gradienti (**L**), nei due sistemi del cono C e di C'.

Scriviamo quindi: $V = KL$

Similitudine dinamica: impone uguaglianza (**K**) dei rapporti delle varie forze, agenti sui rispettivi sistemi in questo caso, le forze di viscosità e d'inerzia. Il rapporto forze viscosive/forze d'inerzia è detto numero di Reynolds e si esprime con la seguente equazione:

$$R = Du/\mu$$

D = massa volumica,

u = velocità del fluido,

l = lunghezza del vaso considerato,

μ = viscosità del fluido.

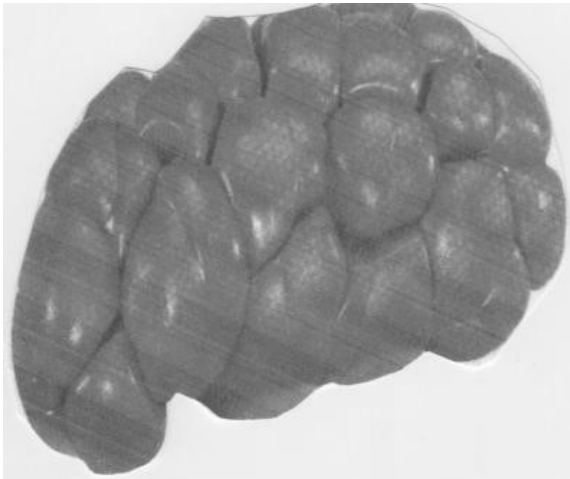
Numeri di Reynolds equivalenti per C e C', sono basilari per la similitudine dinamica tra i due sistemi (cono arterioso C e cono venoso C'), geometricamente simili: $R1 / R2 = K$

I due reni hanno le stesse funzioni, utilizzando entrambi la pressione sistolica del cuore per la filtrazione del sangue. Inoltre, hanno struttura simile. Si possono cogliere così analogie sul loro corretto posizionamento. Tra l'altro, le tre similitudini indicano uno stretto rapporto tra quantità di

flusso sanguigno per unità di tempo, diretto a ciascun rene ed il volume e la topografia dell'organo. Anche il rapporto tra i numeri di Reynolds dedotti a livello dell'origine delle due arterie renali indica valori costanti (e tra loro direttamente proporzionali) tra i volumi dei reni, destro e sinistro. Come si è detto, Serluca F., Drummond I. A., e Fishman M. C. (2002), affermano che tutte le malformazioni embrionali dei reni sono collegate a disfunzioni più o meno gravi del cuore, organo propulsore della circolazione sanguigna fetale. Il rapporto diretto tra pressione sanguigna, circolazione sanguigna renale, area complessiva delle arteriole renali ed il volume dell'organo è sottolineato dalla ricerca di Skov K. et al., (2001). In una popolazione di *Cercopithecus aethiops*, i ricercatori hanno trovato il 10% degli individui con pressione sanguigna elevata. In questi soggetti, c'era la seguente patologia renale:

1. riduzione del numero glomerulare;
2. riduzione del numero delle arteriole afferenti;
3. restringimento del diametro delle arteriole afferenti;
4. aumento delle resistenze periferiche;
5. aumento della pressione sanguigna.

In conseguenza della riduzione glomerulare, del numero e diametro delle arteriole afferenti, c'era una riduzione media di area e di volume, in particolare nella parte periferica che è la corteccia renale, dove sono ubicati i glomeruli. Quindi, le tre similitudini della fisica indicano strette relazioni tra morfologia, topografia, fisiologia e volume in *toto* dei reni. Ciò accade nel Cavallo e in altre specie di mammiferi.



← **RENE DI BOVINO**

I grossi ruminanti come i bovini, bufali, bisonti, ma anche i cetacei (delfini...) hanno i reni polilobati. In queste specie, i reni sopportano elevate variazioni di pressione idrostatica. Il rene sinistro nei bovini si sposta a destra del piano sagittale mediano, se il ruminante è pieno. Nell'emodinamica, relazionata all'ultrafiltrazione del sangue nel rene sinistro del Bovino, importante è il punto di origine della

rispettiva arteria renale, non avendo invece incidenza la posizione del rene.

Lo schema nella fig. E indica la disposizione asimmetrica dei reni, nel Cavallo.

Nello schema E, i segmenti RS e LM rappresentano le superfici complessive dei podociti dove, a livello glomerulare, c'è l'ultrafiltrazione del sangue. RS vale per il rene destro e LM per il sinistro. Essendo il percorso dell'aorta spostato sulla sinistra del piano sagittale mediano, i due reni hanno una diversa distanza dall'origine delle rispettive arterie renali. Il segmento AB indica l'arteria renale di destra che è più craniale dell'altra, CD. Nel Cavallo, il rene destro è globoso, a forma di un cuore di carta da giuoco. Il rene sinistro è più allungato in senso cranio-caudale. Nel rene destro, AH è più lungo di DH. Di conseguenza, RS è ancora più distante da A, al contrario di DH, più vicino a D. Nella figura E, **A** indica l'entrata nell'ilo dell'arteria renale di destra. **D** è il punto di entrata dell'arteria renale di sinistra nel corrispondente ilo.

La pressione idrostatica (P_f) del sangue su RS e su LM dev'essere di eguale intensità. Esistono fattori ormonali e biochimici coadiuvanti, come il sistema renina angiotensina, l'aldosterone e l'ADH. Questi fattori coadiuvanti, in ultima analisi, contribuiscono ad omologare la pressione sanguigna su RS e su LM. La componente ormonale dell'ADH, dell'aldosterone e del sistema renina angiotensina è consequenziale ai fattori fisici della ultrafiltrazione. La validità delle tre similitudini della fisica nei reni ne presuppone l'unificazione spazio-temporale.

A livello renale, dunque, la **Pf** (pressione di filtrazione) è data dalla formula:

$$P_f = P_e - (P_m + P_c)$$

P_e = pressione ematica (idrostatica).

P_m = pressione di membrana (che nello schema della fig. E è dato dai segmenti RS (rene destro) ed LM (rene sinistro)).

P_c = pressione colloidale-osmotica.

Perché su RS e su LM la **P_f** sia uguale, il rene destro dev'essere più craniale e più distante dall'aorta del sinistro.

Fig. E. - La pressione idrostatica del sangue su RS ed LM dev'essere dunque uguale.

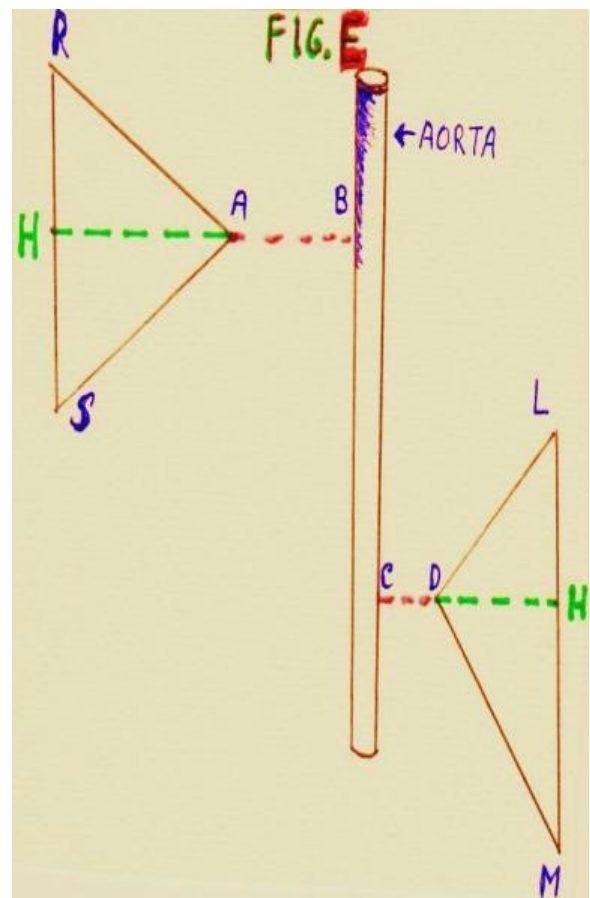
Tra i due triangoli ARS e DLM si possono cogliere i seguenti rapporti basilari per una corretta filtrazione sanguigna nei due reni:

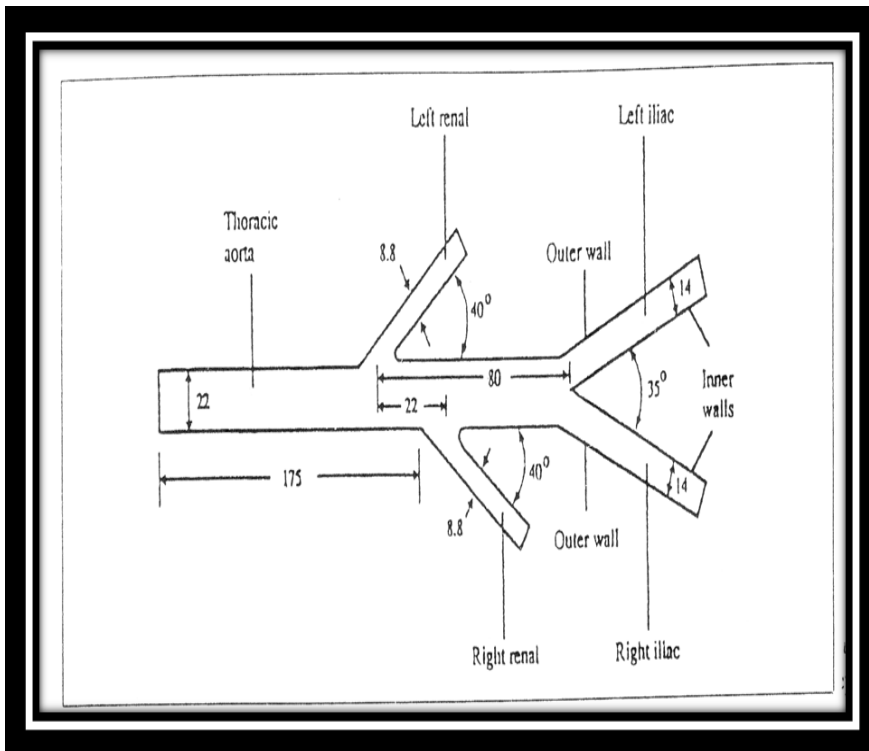
$$RS : HB = LM : HC$$

Per cui:

$$RS \cdot HC / HB \cdot LM = K$$

C'è quindi un rapporto costante tra la lunghezza di ciascun rene e la distanza dall'origine della rispettiva arteria renale.





Il seguente schema (fig. S), è tratto da un lavoro di Shipkowitz et al. (1998). Nell’Uomo, le arterie renali si originano in modo asimmetrico, al di sopra della biforcazione terminale dell’aorta.

FIG. S

Gli assi delle due arterie renali hanno uguale calibro (8 mm) e formano uno stesso angolo (40°) rispetto all’asse aortico.

RENE DESTRO	LUNGH.	LARGH.	SPESSORE	PESO
UOMO	10,4	4,2	1,5	136,71
SCIMMIA	3,84	2,86	2,02	35,43
CAVALLO	17,2	14,18	5,01	990,02
RENE SINISTRO				
UOMO	10,5	4,8	1,6	146,12
SCIMMIA	3,78	2,98	2,16	37,2
CAVALLO	18	15,01	5,19	960

Nell’Uomo, la somma dei parametri renali: lunghezza + larghezza + spessore + peso / 4, per il rene destro, più lontano dall’aorta è di 38,2025. Gli stessi valori per il rene sinistro, più vicino all’aorta e con la rispettiva arteria renale più corta danno: 40,755. La differenza tra i due numeri (40,755 e 38,2025) è di circa 2,5 che espressa in centimetri è la differenza media tra la lunghezza dell’arteria renale di destra (circa 7 cm.) e quella di sinistra (circa 5 cm.)

ELENCO DI ALCUNE SPECIE E RELATIVO VOLUME CRANICO.

<u>Specie</u>	<u>Peso (g)</u>		<u>Specie</u>	<u>Peso (g)</u>
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
L civetta	2,2		starna	1,9
ratto (400 g di peso corporeo)	2		criceto	1,4
toporagno elefante	1,3		casa passero	1,0
European quaglia	0,9		tartaruga	0,3-0,7

a. Su alcune differenze cerebrali e su alcune differenze scheletriche tra Homo Sapiens sapiens e scimpanzé:

La differenziazione sinistra-destra del sistema nervoso centrale presenta asimmetrie anatomiche, funzionali e comportamentali nei mammiferi. Non fanno eccezione gli esseri umani: funzioni tra cui il linguaggio, la cognizione visuo-spaziale e il controllo motorio delle due mani sono organizzate asimmetricamente tra gli emisferi. L'uso della mano è l'esempio più evidente: circa il 90% delle persone ha una preferenza per la destra, una forte propensione non riscontrata in altre specie, compresi i nostri parenti evolutivi più prossimi, le scimmie, (Hopkins et al. 2011).

Le scimmie e in genere i primati hanno molte analogie col cervello umano, in particolare per quanto riguarda le asimmetrie cerebrali. L'asimmetria del Planum temporale sinistro, comune tra Uomo e alcune razze di scimmie, dipende dalla genetica nel senso che c'è tendenza a sviluppare asimmetrie in tale zona corticale. La tendenza è rafforzata nell'Uomo dalla specializzazione funzionale tra i due arti superiori. Alcuni autori (Kertesz et al. 1999; Habib et al. 1995), hanno segnalato un'asimmetria adiacente al PT destro e indicata come asimmetria del *Planum parietale* destro, collegabile all'uso preferenziale di una delle due mani. Vallortigara e Bisazza (1997) affermano che numerose specie di uccelli mostrano uso preferenziale di un arto paragonabile alla dominanza manuale umana. La gran parte dei pappagalli usa la zampa sinistra per reggere il cibo che becca. La preferenza nell'uso dell'arto sinistro stimata in una specie di pappagalli, si aggira sul 90% degli individui di una popolazione. Vallortigara e Bisazza, affermano che su 110 scimpanzé studiati per l'esecuzione di un determinato compito: estrarre burro di arachidi da un tubo di vetro, la maggioranza reggeva il tubo con la zampa sinistra usando l'indice della destra per estrarre il contenuto. Ricerche sul cervello delle scimmie sembrano avvalorare l'ipotesi di Vallortigara e di Bisazza. Infatti anche nelle scimmie sembra esserci analoga asimmetria come nell'Uomo, a livello del PT sinistro.

Franklin et al. (1996), forniscono l'area dell'amygdala nelle scimmie che è di 1,7 cm² nei maschi e 1,8 cm² nelle femmine. Gli autori dichiarano che non ci sono differenze sostanziali, riferite all'età e al sesso. Questo dato è confrontabile con la specie umana, dove l'amygdala non subisce evidenti variazioni con l'età e non ha differenze riferite al sesso.

Nelle grandi scimmie, Le May (1985) trovò la scissura silviana più lunga a sinistra. Nei babuini il polo frontale destro più ampio in sei cervelli su sette. Nel settimo, c'era uguale lunghezza. Queste misurazioni sarebbero equiparabili alle umane, dove il polo frontale destro protrude in avanti.

Ziles et al. (1996), hanno segnalato asimmetrie meno marcate rispetto a quelle dell'Uomo. Gli stessi Autori nello scimpanzè, affermano la presenza di poche asimmetrie non sempre evidenti.

Ziles et al., hanno evidenziato le seguenti misure in riguardo ai lobi frontali, nell'Uomo e nella Donna. Intorno ai diciotto anni d'età si hanno queste misure:

Donna: 200,1 cm³ (sinistro) - 216 cm³ (destro)

Uomo: 224,4 cm³ (sinistro) - 235,5 cm³ (destro)

Nelle grosse scimmie, si osserva un lobo frontale più ampio: in quest'asimmetria, sarebbero importanti i fattori filogenetici, comuni all'Uomo ed alle grosse scimmie.

- Il Putamen. È più voluminoso sia nell'individuo di sesso maschile umano che in *Macaca mulatta*.
- Il Nucleo caudato. È più voluminoso nell'Uomo e in *Macaca mulatta*. Nell'Uomo è di 5,20 cm³ (destro) e di 5,04 (sinistro). Nella Donna è 5,14 (destro) e 5,00 (sinistro). In *Macaca mulatta*, è anche più voluminoso nei maschi.
- Ziles et al. (1996) diedero alcuni dati interessanti qui ricapitolati.
- Uomo. Emisferi cerebrali, corteccia e materia bianca asimmetrici e più sviluppati a sinistra nei destrimani. Nei mancini erano in genere simmetrici.
- Gorilla. Asimmetrie in proporzione, meno marcate che nell'Uomo. Queste si riscontrano in particolare nella parte terminale della scissura silviana.
- Orango. Si osservano le stesse caratteristiche del cervello di gorilla.
- Scimpanzè. Poche asimmetrie cerebrali. Anche i *petalia* cioè le protuberanze frontali ed occipitali, non presentavano differenze di rilievo.

Un'asimmetria è facilmente osservabile nel cervello intatto: la scissura di Silvio che definisce il margine superiore del lobo temporale. Questa scissura sale con maggiore pendenza sul lato destro del cervello. Un'altra asimmetria più significativa è nel piano temporale superiore (Planum temporale) sul lato superiore del lobo temporale. Il Planum temporale è più ampio mediamente a sinistra. Questo tipo di asimmetria è visibile anche nelle grosse scimmie. In questa zona, la differenza più notevole tra Uomo e scimmie è la presenza dell'area di Wernicke vero centro del linguaggio, assente nelle scimmie. Non sempre però nell'Uomo, l'emergenza dell'area di Wernicke corrisponde alla asimmetria a sinistra del Planum temporale.

a) **Analogie e differenze tra specie umana e scimmie in riferimento al volume encefalico.**

1. Volume cerebrale più ampio nei maschi del 10%, sia nelle scimmie che nell'Uomo.
2. Lobi frontali più ampi in individui di sesso maschile, sia in scimmie che nell'Uomo.
3. Lobo frontale sinistro più ampio del destro in uomini e donne. Lo stesso per le scimmie.
4. Le grosse scimmie hanno cervelletto più ampio rispetto alle comuni scimmie e all'Uomo, Rilling e Selignan, (2004).

B) Filogenesi

Riportandoci al lavoro di Zilles e all. (1996), possiamo avanzare le seguenti considerazioni. Dal punto di vista filogenetico, lo scimpanzè è il primate più vicino all'Uomo. Cioè si ha:

Uomo, Scimpanzè, Gorilla e Orango. Se consideriamo lo sviluppo di alcune aree cerebrali come il Planum temporale e Planum parietale, si ha invece questa classificazione, **fig.8**:

Fig.8



Capacità cranica, Uomo: 1230 cm³, Gorilla: 535 cm³, Orango: 425 cm³, Scimpanzè: 400 cm³.

Sembra che lo sviluppo asimmetrico di PT e di PP sia dovuto al volume encefalico *in toto*.

MacLeod et all., (2003) evidenziarono una singolare analogia: il rapporto volumetrico omologo cervello/cervelletto tra Uomo e scimmie del Vecchio Mondo, il cui valore oscilla tra 0,82-0,83.

Dal punto di vista filogenetico lo scimpanzè è il più vicino alla specie umana. Nel suo insieme però, il cervello dello scimpanzè (vol. 400 cm³) è quasi simmetrico. Nell'Uomo e grosse scimmie, nella maggioranza dei casi, il cervello è *in toto* asimmetrico verso sinistra. Anche lo sviluppo del PT (Planum Temporale) e del PP (Planum Parietale) sembra collegato al maggior volume del cervello *in toto* proprio di ciascuna delle quattro specie considerate (Uomo, Scimpanzè, Gorilla e Orango).

Rilling e Seligman (2002), hanno fatto indagini allometriche con la MRI su 44 primati viventi di 11 diverse specie in comparazione con l'Uomo. Gli esami riguardavano il volume *in toto* del cervello, i lobi temporali, il giro temporale superiore, la sostanza bianca del lobo temporale, l'area superficiale sul giro temporale superiore e sul giro temporale corticale di entrambi i lobi temporali.

I risultati mostravano che il volume *in toto* dei lobi temporali essere superiore nell'Uomo, seguito da Pongo e Gorilla. Però tracciando la *ratio*, la classifica s'inverte e l'Uomo insieme con Pongo e Gorilla sono ultimi: aumentando il volume cerebrale in particolare a livello corticale, le asimmetrie dei lobi temporali si riducono in linea generale. Altri autori però evidenziano, a livello di Planum temporale di sinistra nell'Uomo destrimane, asimmetrie molto più marcate rispetto ai primati.

La forma del cervello umano (*Homo sapiens*), di *Homo* di Neanderthal e di quello delle grosse scimmie ha forma simile, ma con differenze legate al volume cerebrale e piccole differenze, legate al maggior sviluppo in senso trasversale del cervello in *Homo* di Neanderthal e nelle grosse scimmie. In *Homo sapiens* si è avuto un maggior incremento della distanza tra parietali e sfenoide (incremento in altezza).

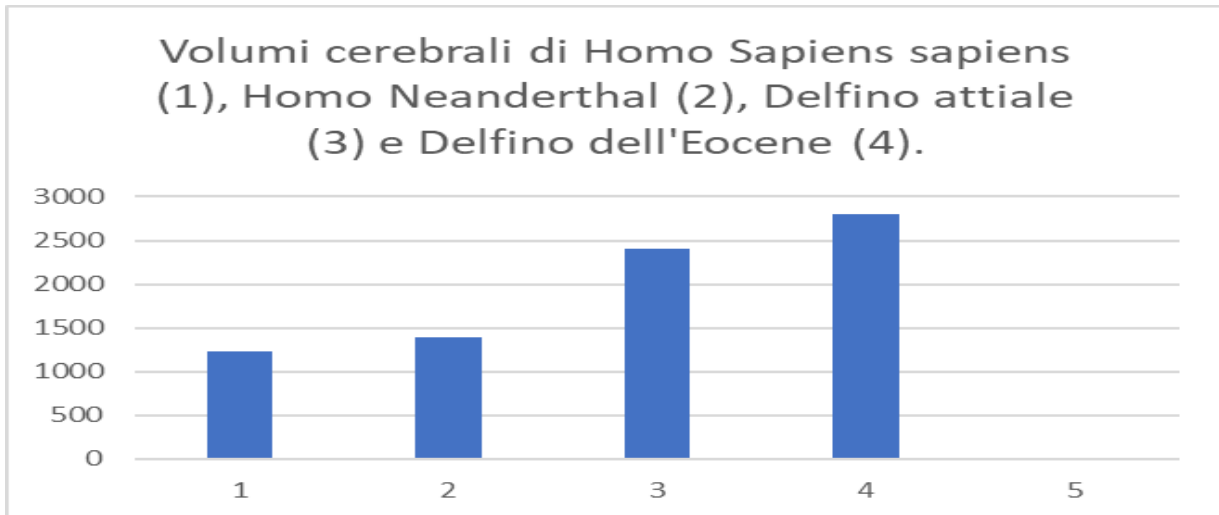
Volumi cranici in alcune specie di mammiferi, Uomo compreso. Come gli uomini di Neanderthal con un volume cranico superiore a quello di *Homo Sapiens sapiens*, così alcune razze di delfini dell'Eocene ebbero un volume cranico superiore a razze di delfini attuali. Qui di seguito ho riportato lo schema preso da una ricerca di Marino L. et al., (2000) che mostra come razze di delfini attualmente estinte di *Dorodun atrox* avessero raggiunto un elevato sviluppo encefalico, verosimilmente non favorevole per l'affermazione a lungo termine di questa specie ancestrale in un habitat in via di trasformazione, più o meno rapida.

Dorodun atrox	Volume endocranico	Estensione della rete mirabile
NHML M9265	800,0	135,8
NHML M10173	785,0	153,1
UM 93235	1046,0	245,2
UM 93234	780,0	126,3
UM 94795	1170,0	245,1
UM 94796	1225,0	246,7
UM 97506	-	
UM 1000139	-	
UM 101222	-	

Un'altra specie di Delfino vissuta nell'Eocene raggiunse il volume cranico di circa 2800cm³ contro i circa 2400 cm³ di un delfino odierno. Nell'Uomo moderno, il volume cranico è mediamente di 1230 cm³.

- **B. isis (Eocene): 2800 cm³ (circa)**
- **Delphinus delphis (moderno): 2400 cm³ (circa)**
- **Uomo: 1230 cm³**

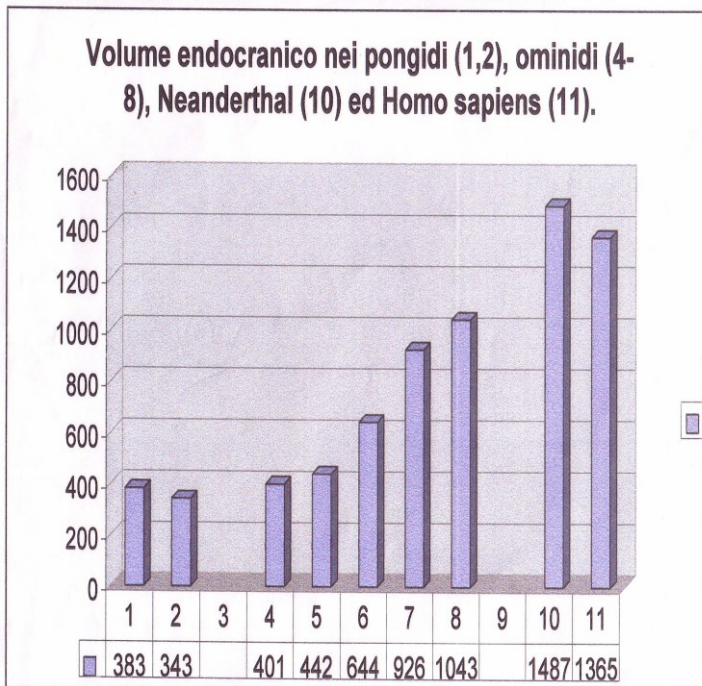
L'estinzione di *B. isis* (vol. cranico di 2800cc) e di Neanderthal (vol. cranico di oltre 1400cc.) indica che l'incremento volumetrico del cervello non è di per sé un valido mezzo di sopravvivenza.



Tab. - A

La tabella A porta i dati del vol. cerebrale di *Homo Sapiens sapiens*, (1230cc) Homo di Neanderthal (1400 cc.), di un delfino attuale (2400cc) e di uno estinto dell'Eocene (2800 cc). Homo di Neanderthal ebbe una capacità cranica maggiore di *Homo Sapiens sapiens*. Per un certo tempo, le due razze furono coeve. Ciò non può dirsi coi cetacei *B. isis* (Eocene), estinti da molte centinaia di migliaia di anni. Si è accertato che per oltre 60.000 anni l'Uomo di Neanderthal e l'uomo anatomicamente moderno siano convissuti. E' da notare che dividendo il volume cranico di Homo di Neanderthal e di Homo Sapiens sapiens il risultato è un poco più di 1,1 omologo allo stesso rapporto tra il volume cranico di *B. Isis* e *Delphinus delphis*.

Qui di seguito, la tabella (tab. B) elaborata da me medesimo coi dati di Franklin M.S. et all. (2000) e di Rappoport S.I. et all. (1999). L'encefalo di *Homo Sapiens sapiens* è circa tre volte quello dei nostri prossimi parenti in senso evolutivo, le grandi antropomorfe africane.



Tab. B

Tab B. - Volume endocranico nei Pongidi (383 - 343cc), Ominidi (401 - 1043cc), Neanderthal (1487cc) e Homo *Sapiens sapiens* (1365 cc). Secondo le tesi di Erren Thomas C. (2008), ci sarebbe stata una evoluzione differente ed indipendente in riguardo ai cervelli di Neanderthal, Chimpanzee ed il genere Homo.

53) AREE DI BROCA E DI WERNICKE. –

Gazzaniga, M. et alL, (1998) nell’Uomo, hanno scoperto che tutte le zone implicate nelle funzioni linguistiche sono adiacenti a formare un territorio contiguo. Nell’afasia di Wernicke i pazienti pronunciano fiumi di sintagmi più o meno grammaticali, ma il discorso non ha senso, 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. Segue il seguente esempio. A sinistra sono collocate le parole esatte. A destra quelle di alcuni afasici di Wernicke.

TAVOLO	SEDIA
GOMITO	GINOCCHIO
GRAFFA	SRAFFA
BURRO	RUBBO (con due B)
SOFFITTO	TOSSICO
CAVIGLIA	MANIGLIA, NO! CANAGLIA, NO! SCAVIGLIA.

L’area di Wernicke e regioni adiacenti (le circonvoluzioni angolare e sovramarginale), sono all’incrocio di tre lobi del cervello, l’ideale per integrare i flussi d’informazione sulle forme visive, i suoni e le sensazioni corporee (della fascia somatosensoriale) e le relazioni spaziali (del lobo parietale). L’area di Wernicke è quindi il luogo giusto per immagazzinare i legami tra il suono delle parole, le sembianze e la geometria di ciò a cui si riferiscono. Riportiamoci al precedente schema di parole per capire alcuni rapporti funzionali tra le due aree principali del linguaggio, ricordate ad altre minori. Alcuni afasici di Wernicke usano la parola *sedia* al posto di *tavolo*. Una sedia senza schienale è composta da un piano e quattro piedi, come un tavolo. Ciò indica che il concetto geometrico (volume e forma) di un oggetto è definito nell’area di Wernicke. Consideriamo la parola *ginocchio* usata al posto di *gomito*. Il ginocchio – articolazione femoro-tibio-rotulea – si flette con angolazione rivolta posteriormente. Il gomito (articolazione omero-radio-ulnare) è ginglino angolare e si flette in senso opposto, in avanti. L’idea esatta dell’orientazione di un oggetto nello spazio insieme con la sua dinamica (flessione-estensione) sembra riservata all’area di Wernicke. Il termine *gomito* deriva dal greco γόνιός e significa *angolo*. Nell’Iliade, questo termine è usato al plurale neutro per indicare la mancanza delle forze e la caduta a terra del corpo di un guerriero, colpito a morte: λῦσε δε’ γυα “SCIOLSE LE GINOCCHIA”, il guerriero colpito a morte sciolse i *legamenti delle ginocchia* (e il guerriero precipitò a terra, privo di forza).

Il termine più remoto (*ghiuja*) non ha il significato di “gomito” o di “ginocchia”. Nelle lingue più arcaiche indo-europee, il concetto di angolo, di ginocchio e di gomito sembra coincidessero. È verosimile che il concetto di direzione spaziale in riferimento alla flessione di un angolo geometrico risiedesse, in tempi remoti, nell’area di Wernicke e che nell’area di Broca fosse presente un suono che richiamasse, sia il fonema per ginocchio, sia quello di angolo, sia di gomito. Con l’espansione progressiva dell’area di Wernicke si ebbe disgiunzione tra il concetto di angolo in genere, così come il ginocchio che si flette posteriormente e il gomito flesso in senso opposto. Nel linguaggio proto-indo europeo la parola *Ghesor* significa *mano*: radice Ghe, la stessa di Ghenos.

Affinandosi il linguaggio nel tempo, presso i diversi popoli, i termini riferiti alle persone, animali e cose acquisirono significati più definiti. L’affinamento è collegarsi di certo all’espansione dell’area di Wernicke. Un altro esempio di questo fenomeno può essere dedotto dalla parola proto indo europea *pih-won* (grasso) che in latino diventa *pinguis*, in inglese *pig* (maiale). Anche qui, da un termine generico che indica *animale grasso*, si passa a indicare una specie definita.

AREA DI WERNICKE: CONCETTO DI ANGOLO-FLESSIONE-E DI ORIENTAMENTO NELLO SPAZIO.

AREA DI BROCA: FONEMI SPECIFICI PER “GINOCCHIO” E PER “GOMITO”.

Nell'area di Broca sarebbero presenti quindi fenomeni di elaborazione sonora, indipendentemente dal significato delle parole: **CAVIGLIA-MANIGLIA-CANAGLIA**

Alcuni ricercatori sostengono che tra il significato di una parola ed il relativo suono c'è un collegamento puramente convenzionale, simbolico e quindi labile. Basta che una parola sia poco utilizzata per un po' di tempo che il collegamento si spezza, dando così via al fenomeno della parola sulla punta della lingua. In questi casi, spesso sono pronunciate parole con suono affine. Lo sviluppo dei collegamenti tra area di Broca e di Wernicke starebbero alla base dell'evoluzione di concetti, connessi ad alcune parole. Per esempio, il termine greco ψῦκος significa *freddo, oggetto freddo*. La parola ψυχή significa *anima, spirito*. La radice ψυ(χ) si ritrova anche in altre lingue indoeuropee sotto il significato di “soffio” (io soffio sul fuoco...). C'è da pensare che il suono PSIU', collegato all'atto del soffiare fosse un'elaborazione dell'area di Broca, connesso a fonemi generici indicanti:

- il rumore e il soffio del vento,
- il freddo del soffio (sul fuoco),
- la mancanza di calore di un corpo privo di vita, ecc.

Gli scimpanzé hanno solo un'area corticale, analoga a quella umana di Broca e spesso soffiano sui tizzoni roventi, generando suoni simili a FIU'. Con lo sviluppo dell'area di Wernicke e rafforzandosi le connessioni tra area di Broca e di Wernicke tramite il fascicolo arcuato, la radice ψυ (psiù) si arricchì di un concetto astratto, quello di spirito-anima. Lo stesso concetto elaborato ed approfondito nell'area di Wernicke, trovò nell'area di Broca un nuovo suono, quello di á'-νεμος (anima) che in greco e nelle antiche lingue indoeuropee ha il significato di “soffio”.

In greco il termine á'-νεμος significa “vento”. *Anemos* indica il movimento del vento, non tanto il rumore. La parola *a-nemos* è collegata al verbo νέμω che significa *tengo, prendo, abito, occupo*. L'alfa privativa di “anemos” indica qualcosa che non ha precisa ubicazione, entità vagante, invisibile come il vento.

• **AREA DI WERNICKE: concetto di anima-spirito-entità invisibile.**

• **AREA DI BROCA: fonema di ψύ-SOFFIO- ψύ VENTO- ψύ-ANIMA:
α-νέμ = VENTO.**

In epoca arcaica, l'idea di “anima” non esisteva e il suono PSIU' indicava la mancanza di calore di un corpo. In un secondo tempo, indicò la mancanza di calore di un corpo dopo l'ultimo caldo respiro che precedeva la morte. In un secondo momento il concetto di “spirito” “anima” si associò al suono PSUKE' (PSIU'). In un tempo successivo il concetto di anima si alternò con due suoni diversi: quello di a-nemos e quello di psiukè. In un terzo tempo, prevalse il collegamento con il suono (fonema) a-nemos.

Psiù indicava il soffio vitale che se manca per sempre dal corpo non si è vivi. *Anemos* indica una Entità più complessa che esula dall'aspetto fisico del soffio vitale. *Anemos* è Entità che vaga *in continuazione* ed entra ed esce *anche* dai corpi. *Anemos* implica movimento continuo esterno ai corpi. *Psiù* è invece il soffio vitale che è in noi, generato dai corpi in vita. Per esprimere il termine *anemos* i gruppi neuronali specifici utilizzano una maggiore quantità di ossigeno. Questo incremento di consumo di ossigeno implica maggiore organizzazione corticale neuronale nei centri del linguaggio.

Lévi-Strauss, C. (1998), sostiene che le leggi del linguaggio funzionino a livello inconscio, al di

fuori del controllo dei soggetti parlanti. Si possono dunque studiarle come fenomeni collettivi.

Sono state identificate alcune aree nei lobi frontale, parietale e temporale dell'emisfero cerebrale sinistro che regolano la comprensione e l'applicazione di regole grammaticali, indicati come: *aree secondarie* che regolano l'aspetto fonetico, grammaticale e sintattico delle parole in una frase.

1. Aspetto fonetico indica la corretta pronuncia dei veri suoni di sillabe e parole.
2. Aspetto grammaticale (o morfologico) ci fa dire: "Il cavallo corre" e non: "Il cavallo corrono".
3. Aspetto sintattico (struttura) è connesso con la corretta disposizione della parola all'interno di una frase, ad esempio: un vecchio amico, invece di un amico vecchi.

54) IPPOCAMPO E AMYGDALA

L'anatomia e la fisiologia dell'amygdala e dell'ippocampo sono qui esposte in modo sintetico, dimostrando, in base a recenti studi, come amygdala ed ippocampo lavorino sinergicamente per dare origine alla memoria a lungo termine. Ippocampo e amygdala non sono strutture omogenee, ma piuttosto costituite da sottoregioni citoarchitettoniche, funzionalmente distinte (chiamate anche sottocampi dell'ippocampo e nuclei dell'amygdala). Negli ultimi anni, nuovi strumenti e protocolli automatizzati per la segmentazione delle subregioni sono stati introdotti nel neuroimaging umano, consentendo un esame più dettagliato delle diverse parti sia dell'ippocampo che dell'amygdala.

Tra amygdala ed ippocampo, speciali circuiti neurali fanno capire meglio i meccanismi cerebrali della memoria, regolata dall'emozioni. I processi cognitivi, tra cui l'apprendimento e la memoria, sono influenzati dall'emozioni. L'amygdala dà input per l'elaborazione dell'emozioni. L'ippocampo è essenziale per la memoria dichiarativa, o episodica. Nelle reazioni emotive, queste due regioni interagiscono per tradurre l'emozione in distinte funzioni. Importanti patologie del sistema nervoso centrale, come la sindrome da stress post-traumatico (PTSD), possono causare cambiamenti strutturali e funzionali che coinvolgono l'asse amygdala – ippocampo col diretto coinvolgimento della corteccia prefrontale ad indicare la stretta connessione funzionale tra queste tre aree encefaliche. Aumenti e diminuzioni di flusso sanguigno regionale nell'ippocampo, nell'amygdala e nella corteccia prefrontale mediale, oltre che nel cingolo anteriore e posteriore, accompagnano spesso le patologie della vita di relazione e dell'apprendimento. E' stato visto che alterazioni della concentrazione e dell'attività dopaminergica nel sistema mesolimbico possono influenzare lo striato limbico, l'amygdala e l'ippocampo. Ciò ad indicare le strette correlazioni anatomiche e funzionali dell'asse ippocampo – amygdala all'interno delle funzioni striatali. Normali livelli di nor-epifedrina (NE), all'interno del *nucleus accumbens*, regolano e modulano al contempo l'attività dell'amygdala e dell'ippocampo. A loro volta, la *substantia innominata* e il *nucleus accumbens* a turno, inviano input alla neocortex e tramite questo circuito influiscono indirettamente sull'asse ippocampo – amygdala, regolando e selezionando input verso le aree superiori della neocortex. Hayward Nick, (2010) dimostrarono nel cervello l'esistenza di molti sistemi di memoria, ognuno dedicato ad apprendimenti e con specifiche e diversificate funzioni. Il nucleo baso-laterale dell'amygdala (BL) è diviso in parte anteriore (BLa) e parte posteriore (BLp). BLa e BLp proiettano direttamente alla parte ventrale dell'ippocampo (vCA1), stabilendovi circuiti mono-sinaptici e glutammatergici. In condizioni fisiologiche, la proiezione BLp-vCA1 (amygdala posteriore-ippocampo ventrale) è più intensa della proiezione BLa-vCA1 (amygdala anteriore – ippocampo ventrale). L'attivazione degli'input BLa-vCA1 induce ansia e deficit sociali. L'attivazione degli'input BLp-vCA1 media la memoria spaziale, facilitata dalla HOPE-Modulated Spatial Memory, (YIN, H.H., 2005). L'ippocampo ha un ruolo importante nei processi di rappresentazione spaziale che dipendono dall'integrazione, sia dell'auto-movimento che dei segnali allocentrici. L'ippocampo ha anche interazioni significative con aree associate al controllo motorio volontario, come lo striato nei gangli della base. Il sistema vestibolare ha connessioni dirette con l'amygdala e l'ippocampo, entrambi componenti chiave del sistema limbico, coinvolti nell'elaborazione dell'emozioni e della memoria. L'input vestibolare può modulare l'attività

dell'amygdala e dell'ippocampo e il sistema limbico può influenzare l'elaborazione vestibolare. Disfunzioni del sistema vestibolare hanno correlazioni significative sulla qualità della vita. Recenti studi hanno fornito prove di una connessione tra informazioni vestibolari e funzioni cognitive, come la memoria spaziale, la navigazione e l'attenzione. Sebbene i meccanismi esatti che collegano il sistema vestibolare alla cognizione rimangano sfuggenti, i ricercatori hanno identificato vari percorsi. La disfunzione vestibolare può portare alla degenerazione delle regioni della rete vestibolare corticale e influenzare negativamente la plasticità sinaptica e la neurogenesi nell'ippocampo, contribuendo in ultima analisi all'atrofia neuronale e alla morte cellulare, con conseguenti deficit di memoria e delle capacità visivo-spaziali. L'entità del deterioramento cognitivo varia a seconda del tipo specifico di malattia vestibolare. YING-YANG, JIAN-ZHI WANG, (2017) hanno evidenziato potenziali relazioni causali tra disfunzione vestibolare e prestazioni cognitive. Alterazioni di flusso sanguigno cerebrale regionale sono evidenti in alcuni tipi di fobie e di forme più o meno gravi di ansia. In queste patologie, l'incremento sanguigno più elevato è nella corteccia pre-frontale dorsolaterale destra, nella corteccia temporale inferiore sinistra, nella **ippocampale** ed **amigdaloidea** sinistra. Invece nei soggetti normali, durante le prestazioni davanti ad un vasto pubblico, in situazioni analoghe descritte per i fobici, c'è incremento di flusso sanguigno nelle zone corticali e sub corticali. La fobia sociale potrebbe coinvolgere un sistema neuronale filogeneticamente più antico, finalizzato al riconoscimento del pericolo e avente per fulcro amygdala e ippocampo. Ansia e memoria sono facoltà spesso interagenti e influenzano l'elaborazione di ricordi e di eventi emozionali. Le relazioni tra stati emozionali, come l'ansia ed i processi conoscitivi sono complesse e comprendono numerosi elementi dell'inconscio. L'elaborazione emozionale a volte è ostacolata da una eccessiva attivazione di alcune aree corticali a scapito di altre, oltre che da una iperattività amygdaloidea.

Ippocampo. Gli attuali concetti sulle funzioni ippocampali si possono così sintetizzare. Avendo utilizzato al meglio uno stimolo di natura visiva od uditiva, la neocortex sensoriale invia l'informazione alla regione transizionale, dove possono interconnettersi numerose modalità sensoriali. Per cui, nei circuiti transizionali comincia ad aversi la rappresentazione del mondo che non è solo di carattere visivo, uditivo, olfattivo, ma una figurazione onnicomprensiva. All'interno delle regioni di transizione (la peririnale e la paraippocampale) si avvia la modulazione concettuale dell'informazione sensoriale, a cominciare dalla sfera puramente percettiva. La regione transizionale invia l'informazione concettuale all'ippocampo che la rende ancora più complessa. Ricerche sull'ippocampo umano e di altri mammiferi hanno dimostrato importanti difformità tra i suoi segmenti, ognuno dei quali è relazionato in modo differente ed indipendente ad altre aree cerebrali, in particolare alla corteccia frontale mediale. Alcune zone ippocampali si attivano in circostanze diverse, essendo anche supportate da specifici rami arteriosi. Dalle ricerche, emerge un altro significativo dato: l'ippocampo ha marcate diversificazioni sessuali, essendo molto più voluminoso nella Donna. Questo aspetto legato al sesso si verifica in tutti i primati.

Ippocampo ed eventi quantistici. La sovrapposizione quantistica potrebbe spiegare come il cervello immagazzini grandi quantità d'informazioni. I ricordi potrebbero essere codificati in stati quantici, facendo collassare la sovrapposizione in una memoria specifica, in un dato lasso di tempo.

Amygdala. Tra i ricercatori che hanno studiato l'amygdala e le sue funzioni, in particolare per quanto riguarda i fenomeni dell'apprendimento, sono da segnalare Jones e Mishkin (1972). Questi Autori eseguirono esperimenti su animali sottoposti ad asportazione chirurgica dell'amygdala. Privati di questa struttura nervosa, gli animali non riuscivano ad interconnettere stimolo e rinforzo, perché non potevano attribuire una valenza positiva, o negativa al rinforzo. Dal punto di vista anatomico – funzionale, l'amygdala riceve due tipi di connessioni:

- 1) input da aree sensoriali primarie e da aree associative secondarie (via corticale).
- 2) informazioni sensoriali provenienti da vari nuclei talamici (via sottocorticale o talamica).

Le sensazioni visive possono arrivare alle aree sensoriali primarie ed alle associative secondarie attraverso la via retino-genicolo-striata ed essere successivamente inviate alle strutture sottocorticali (via corticale), o ai nuclei talamici posteriori che spediscono a loro volta l'informazione all'ipotalamo e all'amygdala (via sottocorticale). Le due vie, anatomicamente diverse, hanno funzioni differenti nell'analisi dell'informazione emotiva.

Questa antica regione cerebrale c'è in tutti i vertebrati. Strutture simili esistono anche negli'invertebrati. Nell'Uomo, l'ipotalamo ha basilari funzioni di sopravvivenza: regola la temperatura corporea, attiva il rilascio di ormoni, regola i ritmi circadiani e invia segnali di quando si ha fame. Infine, l'ipotalamo gestisce il comportamento individuale, teso alla sopravvivenza di fronte a un pericolo. In questi casi, l'ipotalamo agisce come un vero centro di controllo, comunicando con l'amygdala e con la corteccia prefrontale ventromediale, coinvolta in compiti decisionali come la valutazione del rischio.

Aspetti evolutivi. Per gran parte del corso evolutivo, il cervello primitivo fu il sistema olfattivo amygdala-ipotalamo-ippocampo. Lo striato era dominato dall'amygdala e originariamente fu parte dell'amygdala. Inoltre, l'intero cervello primitivo incluso l'amygdala, l'ipotalamo e l'ippocampo fu influenzato dal sistema olfattivo, ricevente impulsi olfattivi dagli alimenti, dall'aria, oppure dall'attrazione durante il combattimento sessuale. Per questo, è spesso indicato come rinencefalo, o cervello olfattivo. Il sistema amygdala – striato divenne una struttura quasi completamente separata quando i vertebrati presero ad avanzare lentamente dagli oceani verso il bagnasciuga, come rilevò nei suoi studi evoluzionistici e di anatomia comparata **Gloor P.**, (1955). I classici studi di Herrick C.J., (1921) avevano già descritto alcuni aspetti evolutivi del cervello negli anfibi (le specie di anuri), affermando che l'**amygdala** e lo striato (e molto più tardi l'**ippocampo**) divennero gradualmente delle strutture semi-divise che tuttavia rimasero strettamente unite, lo striato rispondendo agli impulsi amygdaloidei diretti al tronco cerebrale. Quando queste strutture si espansero e si separarono, l'aspetto dorsale divenne un rudimentale striato dorsale e l'aspetto ventrale fu lo striato limbico ventrale. L'amygdala di destra e quella di sinistra forniscono solo proiezioni ipsilaterali e hanno funzioni e volumi alquanto diverse. Inoltre, l'amygdala (così come il cingolo anteriore, l'ipotalamo laterale e l'ippocampo), ha una forte influenza sui gangli basali che sembrano essersi evoluti dall'amygdala man mano che sono stati utilizzati come interfaccia per emozioni motorie. Per Sarter Martin, (2008) i gangli basali e in particolare il *corpus*, lo striato limbico ed il *nucleus pallidus*, si evolvettero dall'amygdala olfattiva e sotto molti aspetti sono da considerare parte del sistema limbico. Ryuta Kawashima et al., (1999) in uno studio con la PET, hanno evidenziato alcune funzioni dell'amygdala di destra e di sinistra in un gruppo di otto volontari destrimani. Gli Autori affermano che nella prima fase, il contatto sociale tra due o più individui dipende spesso dall'accertamento della direzione dello sguardo della persona che ci sta davanti. In questa operazione, le aree cerebrali coinvolte sarebbero alcune zone dell'amygdala di sinistra, attive sia nel contatto visivo che nel non visivo. Invece, c'è una zona dell'amygdala di destra che si attiva in modo specifico, solo durante le prove sperimentali del contatto visivo. Gli Autori concludono affermando che l'amygdala di sinistra ha un ruolo generico sulla interpretazione della direzione dello sguardo della persona a fronte. Al contrario, l'amygdala di destra si attiva solo se incrociamo lo sguardo di un altro individuo (attivazione specifica). Le ricerche di Ryuta Kawashima suggeriscono che l'amygdala umana abbia un ruolo diretto nelle relazioni sociali. Spesso, queste relazioni iniziano con l'esplorazione della faccia dell'individuo che ci sta di fronte e che intendiamo osservare. Lange Nicolas et al., (1997) affermano che l'amygdala di destra ha un volume maggiore della controlaterale, sia nell'individuo di sesso maschile che femminile. A differenza degli altri primati, gli esseri umani sono molto abili nelle interrelazioni sociali, basati spesso sulla giusta interpretazione dello stato mentale altrui. La corretta definizione della direzione dello sguardo di persone a fronte è essenziale in molte relazioni sociali, così come la direzione di uno sguardo e degli occhi di una data persona. Sono particolari che ci aiutano a comprendere lo stato mentale altrui, (Baron-Cohen, 1995). Al presente, ippocampo e amygdala sono oggetto d'interessanti studi, essendo implicati in alcuni disordini affettivi come la depressione maggiore.

Lange G. ed Irle E., (2004) hanno infatti trovato che in giovani donne, sofferenti di gravi disturbi depressivi, l'amygdala aveva subito un significativo incremento volumetrico (+ 13%), mentre nelle medesime pazienti, l'ippocampo aveva avuto una riduzione volumetrica rispetto alla media del - 12%. Si ritiene che il cervello abbia molti sistemi di memoria. La memoria cosciente, dichiarativa od esplicita, è mediata dall'ippocampo e da aree corticali connesse, mentre le forme di memoria inconscia o implicita sono mediate da altri sistemi.

- Memoria dichiarativa o esplicita →→ ippocampo ed aree attigue.
- Memoria inconscia o implicita →→ altri sistemi di mediazione, tra cui l'amygdala.

Nella Scimmia (Macaque monkey), Suzuki W.A., (1996) dimostrarono l'esistenza di strette connessioni tra amygdala e corteccie entorinale, peririnale e paraippocampale. Nell'Uomo, queste connessioni fanno parte della memoria implicita. Gli stretti rapporti tra amygdala, corteccie entorinale, peririnale e paraippocampale sarebbero remoti, antecedenti la diversificazione evolutiva tra Uomo e primati. Stern C. E. & Passingham R.E., (1996) dimostrarono che nella Scimmia, ci sarebbe una stretta relazione tra corteccia frontale, **amygdala**, nucleus accumbens, **ippocampo** e corteccia cingolata anteriore. Questo circolo regolerebbe le risposte emotive, in particolare quelle con forte componente ansiosa. Omologhe connessioni nervose esisterebbero nella specie umana durante la regolazione degli stati emotivi. Nei soggetti umani altamente creativi, questi legami sarebbero più intensi e negli schizofrenici sarebbero in parte compromessi.

Un sistema di memoria implicita è quello della memoria emotiva (paura) che comprende l'**amygdala** ed aree collegate. In situazioni traumatiche, il sistema implicito e quello esplicito funzionano in parallelo. L'esposizione agli stimoli stressanti, in conseguenza di un trauma, attiva entrambi i sistemi. Attraverso il sistema dell'ippocampo, ricordate con chi eravate e cosa facevate durante il trauma ed anche il fatto nudo e crudo che la situazione era atroce.

Attraverso il sistema dell'amygdala, gli stimoli provocheranno tensione muscolare, variazioni della pressione sanguigna e della frequenza cardiaca, il rilascio di ormoni oltre ad altre risposte fisiologiche e cerebrali. Siccome questi sistemi (dell'ippocampo e dell'amygdala) sono attivati dagli stessi stimoli e funzionano in contemporanea, i due tipi di memoria sembrano far parte di un'unica funzione. Soltanto distinguendoli, soprattutto grazie agli esperimenti con animali, ma anche con studi su rari pazienti umani, è stato possibile comprendere come i vari sistemi della memoria operino in parallelo al fine di produrre le indipendenti funzioni della memoria stessa.

L'area 10 di Brodmann (la corteccia rostrale pre – frontale) è implicata nei compiti di mentalizzazione: è stato visto che i sistemi cerebrali coinvolti nell'emozioni includono l'**amygdala** e parti della corteccia prefrontale. Franklin D.L. (1996) sostiene che le fibre di connessione tra lobo frontale e amygdala sono molte remote dal punto di vista evolutivo e sostanzialmente rimaste invariate, in *Homo Sapiens sapiens* e nelle grosse scimmie. Nella schizofrenia, queste connessioni sarebbero alterate. Autori come Benes F.M. & Berretta S., (2000) ammettono la possibilità di gravi alterazioni nelle normali connessioni tra amygdala, lobi frontali e temporali. In questi casi, avverrebbe anche la riduzione volumetrica del 5 – 10% in riferimento all'amygdala, Franklin E. & Beard A.W., (1963).

Gallanger H.L. & Frith Christopher D., (2003) hanno evidenziato le aree corticali coinvolte nel riconoscimento degli stati mentali altrui: la corteccia paracingolata anteriore, il solco temporale superiore e bilateralmente i poli temporali. A queste aree, se ne aggiungerebbero due di supporto, implicate nella cognizione sociale: l'**amygdala** e la corteccia orbito temporale. Gli Autori affermano che i dati da essi forniti potrebbero aiutare a chiarire meglio le basi neuronali dell'autismo, dove spesso si verificano anomalie amigdaloidi, oltre a quelle nella corteccia orbito – temporale e nella paracingolata anteriore. Alcuni ricercatori come Moser E.I. et al., (2008) considerano l'**ippocampo** come parte di un più ampio sistema mnemonico del lobo temporale mediale, responsabile in generale della memoria dichiarativa, fatta di ricordi che possono essere esplicitamente verbalizzati. La memoria dichiarativa include quella semantica, oltre alla episodica.

L'ippocampo sarebbe inserito strutturalmente e funzionalmente in un unico sistema, quello limbico che comprenderebbe oltre all'ippocampo anche la corteccia del cingolo, la corteccia olfattiva e l'amygdala. Moser E.I. et al., (2008) affermano che nella formazione ippocampale sarebbero presenti cellule di posizionamento, facenti parte di un più ampio sistema, collegato alla memoria ed all'apprendimento. Inoltre, Gould E. et al., (1999) hanno trovato nell'**ippocampo** migliaia di neuroni di nuova formazione in soggetti umani adulti. Queste cellule neoformate sarebbero direttamente implicate nella costruzione della memoria associativa. Foland Lara C. et al., (2008) ritengono che disfunzioni dell'**amygdala** e dei collegamenti tra amygdala e corteccia prefrontale ventrolaterale sarebbero alla base di gravi disordini del carattere e relazionate alla mania bipolare. Anche l'**ippocampo**, come affermano Baykara Burak et al. (2012), potrebbe avere implicazioni nei disordini bipolari, essendo un componente nodale del contingente nervoso che regola gli stati emotivi. Negli adolescenti, Baykara Burak dichiara di aver osservato un significativo aumento volumetrico dell'ippocampo, sia nelle donne normali che in individui affetti da disordine bipolare. Per quanto riguarda l'amygdala, quella di destra è importante nelle relazioni sociali, molto spiccate nella specie umana. In particolare, l'amygdala di destra ha una funzione più specifica della controlaterale nel riconoscimento della direzione dello sguardo altrui.

Variazioni volumetriche da stress. Nello stress post-traumatico, l'amygdala è iperattiva ed alimenta nel soggetto una sensazione d'incombente minaccia. In questi casi, l'amygdala influenza negativamente l'ippocampo da una parte e la corteccia prefrontale dall'altra. A prescindere dalla natura dello *stressor*, medesima è la reazione organica che comprende queste dieci fasi:

1. Nello stress traumatico, le ghiandole surrenali immettono nel flusso sanguigno adrenalina, noradrenalina ed ormoni steroidi (cortisolo, ACTH, ecc.).
2. Gli steroidi surrenali aiutano il corpo a mobilitarne le risorse energetiche per affrontare la difficile situazione stressante.
3. L'amygdala interviene in modo critico nel controllo del rilascio degli steroidi surrenalici. Nell'avvertire un pericolo imminente, l'amygdala iperattiva invia input all'ipotalamo.
4. Dall'ipotalamo partono altri input che raggiungono la pre – ipofisi. Questa rilascia ACTH nel sangue.
5. A sua volta, l'ACTH stimola la corteccia surrenalica a secernere altri ormoni contro lo stress, come il cortisone.
6. L'ACTH prodotto dai surreni agisce anche sui recettori dell'ippocampo, dell'amygdala e della corteccia prefrontale.
7. Il legame degli ormoni surrenalici sui recettori ippocampali stimola l'ipotalamo che invia input alle ghiandole surrenali ed alla pre-ipofisi col fine di bloccarne le attività anti-stress.
8. Tuttavia, in una situazione di stress, l'**amygdala** continua a stimolare le surrenali, mentre l'**ippocampo invia input contrari di blocco sulle medesime ghiandole, stimolate dall'amygdala.**
9. Attraverso i numerosi passaggi di questo circuito, la concentrazione degli ormoni dello stress nel sangue comincia ad aggiustarsi di fronte all'esigenze della situazione.
10. Persistendo lo stress, l'ippocampo non riesce più a controllare esattamente il rilascio degli ormoni, né a svolgere le normali funzioni. Lo stress interferisce con la capacità di produrre un potenziamento a lungo termine nell'ippocampo, riducendone le prestazioni.

In queste circostanze di stress con alterata omeostasi cerebrale, le sostanze immesse in circolo finiscono con l'averne un'azione negativa su alcune funzioni mentali, qui descritte.

- L'adrenalina ha un effetto generale di potenziamento sull'attività mnemonica: un evento con una forte reazione emotiva è ricordato più facilmente. L'adrenalina favorisce la memorizzazione di una nuova informazione importante, ma impedisce l'accesso a elementi già memorizzati. Infatti, questa sostanza è spesso responsabile del cosiddetto *blocco mentale*.
- Gli ormoni steroidi avrebbero un effetto facilitante sulla memoria, ma elevati livelli bloccano la memorizzazione di nuove informazioni. Un eccesso di **ACTH** disturba

l'apprendimento. Contenuti nuovi dell'apprendimento sono acquisiti con maggior difficoltà se c'è un alto livello di ACTH. Quest'ormone è necessario per una conservazione rapida e intensa dei ricordi, ma un suo eccesso irrigidisce i contenuti appresi, impedendo l'acquisizione di nuove informazioni.

- Nello stress cronico, si verificano persistenti ed alte concentrazioni di questi steroidi surrenalici che danneggiano l'**ippocampo**, la principale struttura implicata nella memorizzazione dei ricordi coscienti (memoria esplicita).

In riferimento all'**amygdala**, i dati volumetrici umani sono sovrapponibili a quelli rilevati nelle scimmie. Sia nell'Uomo che nei primati, l'**amygdala** fa parte del **Sistema Limbico**, il centro dell'emozioni e degli istinti primari. Dall'**amygdala**, partono gli stimoli dell'orgasmo, della fuga, della paura e dell'attrazione sessuale. Si attiva nelle situazioni di pericolo. Attivandosi, questa struttura mette in allarme tutto il sistema limbico, rendendolo pronto a reagire di fronte ad una situazione di pericolo. L'attivazione dell'**amygdala** è valutata e filtrata dai lobi frontali che razionalmente analizzeranno la situazione, avallando o meno, lo stato di allarme segnalato. A volte, l'**amygdala** ha il sopravvento sui lobi frontali, scatenando la produzione di sostanze quali l'adrenalina con crisi emotive dell'individuo e crisi di panico, senza una logica connessione. Le forti crisi emotive, gli improvvisi attacchi di panico e la depressione maggiore trovano in parte la spiegazione nell'organizzazione del sistema DA mesolimbico. Questo sistema si origina nel tegmento ventrale del cervello medio (gruppo cellulare A – 10) ed invia fibre all'**amygdala**, all'area septale, all'ippocampo, alle aree frontali corticali, includendo il putamen - caudato centrale, il nucleus accumbens e la sostanza innominata (Le Moal M. et al., 2007, Cabib S. et al. 1995). Alcune fibre di questo sistema innervano anche lo striato dorsale. Il sistema DA mesolimbico è ritenuto essere relazionato agli stati emozionali, all'umore, alla memoria ed alla ricompensa, incluso alcune attività locomotorie correlate come passeggiare e correre saltellando, Koehl M., et al., (2009), Paleja et al., (2011).

Connessioni ippocampali e amygdaloidee. I gangli basali (striato e nucleo sub-talamico) ricevono numerosi input dalla neocortex (Jones E.G., 2000), dall'**amygdala** ed in minima parte dall'**ippocampo**. La maggior parte di queste fibre in arrivo sono eccitatorie e terminano nel corpo striato e nel nucleo sub-talamico. In particolare, la porzione anteriore dei lobi frontali proietta alla testa del caudato, anche se la maggior parte del putamen posteriore riceve input convergenti e sovrapposti dalle corteccie motorie primarie, secondarie e somestetiche, (Jones E.G., 2000). Queste strutture non hanno alcun input diretto dai sistemi periferici motori, o sensitivi. La principale via di output è diretta al globus pallidus ed al tronco cerebrale che proiettano output al talamo ed alla via del tronco cerebrale, indicato come "sistema piramidale."

Shin Lisa M. et al. (2004, 2006), in alcuni studi basati sulle neuro immagini, circa l'influenza dello stress da disordine post-traumatico (PTSD) sulla corretta funzionalità dell'**amygdala**, sulle connessioni amigdaloidee con la corteccia frontale mediale e l'ippocampo, hanno trovato un'alta reattività ed un forte incremento volumetrico dell'**amygdala**, sia nel versante di destra che di sinistra. L'elevata reattività dell'**amygdala** sarebbe correlata con la bassa reattività della corteccia pre-frontale mediale ad indicare una correlazione funzionale diretta tra queste due regioni. Nei pazienti in questione, la corteccia pre-frontale mediale era volumetricamente ridotta e come si è detto, poco reattiva e con gravi alterazioni biochimiche per la scarsa concentrazione di acetil aspartato (NAA) e di creatina. Queste alterazioni biochimiche erano più accentuate nella corteccia cingolata anteriore e nel Gyro frontale mediale, indice di una rovinata integrità neuronale. L'ippocampo presentava una significativa riduzione volumetrica, grave compromissione funzionale ed alterazioni strutturali. Tra **amygdala**, corteccia pre-frontale mediale ed ippocampo ci sarebbero delle dirette correlazioni morfo funzionali nella PTSD:

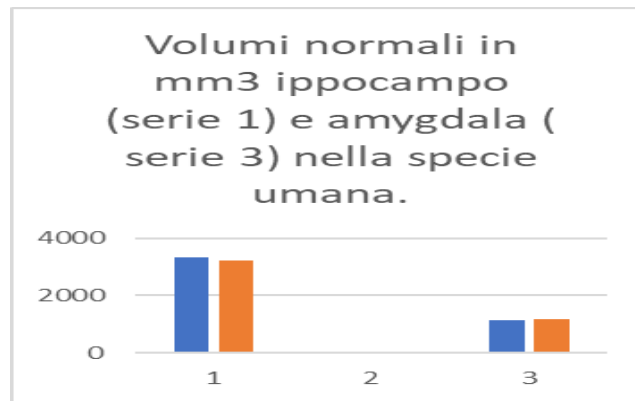
IPPOCAMPO ↔ AMYGDALA ↔ CORTECCIA PRE-FRONTALE MEDIALE

Prendiamo un triangolo qualsiasi. Indichiamo con il lato **AC** il volume della corteccia prefrontale, **AB** quello dell'amygdala e **BC** quello dell'ippocampo. La corteccia prefrontale (AC) sembra intervenire nella memoria dell'ordine temporale di eventi, ma non nell'ambito del ricordo degli eventi stessi. L'amygdala (AB) ha il ruolo precipuo nell'immagazzinamento del significato emotivo di una particolare esperienza. L'ippocampo (BC) ha importanza nel processo di formazione dei ricordi, in particolare quelli di tipo spaziale. In alcune patologie, come nella **PTSD** (sindrome da stress post-traumatico), l'amygdala sembra prendere il sopravvento sia sull'ippocampo che su alcune corrette funzioni della corteccia prefrontale. In questi casi, l'amygdala aumenta anche di volume, mentre l'ippocampo va riducendosi. In questi eventi traumatici, è come se il lato AB che indica il volume dell'amygdala andasse allungandosi a scapito di BC. Di conseguenza, l'asse BH (che è l'altezza di ABC) si sposta sul segmento AC in direzione dell'angolo in C. Il corretto funzionamento dell'asse amygdala – ippocampo prevede: $AB = BC$. In realtà, come sarà esposto in questo studio, il volume medio ippocampale è di norma molto superiore a quello dell'amygdala. L'eguaglianza: $AB = BC$ può essere riferita solo alla corretta fisiologia delle due aree, **entrambe in equilibrio omeostatico nel cervello sano**. Oppure, questa uguaglianza può riferirsi ad un rapporto parametrico costante tra amygdala ed ippocampo. Infatti, in una stessa specie, si possono rilevare dei rapporti costanti tra amygdala ed ippocampo. Nel caso di eccessive discrepanze su questi valori medi, possono aversi quadri patologici più o meno gravi. In giovani donne sofferenti di gravi disturbi depressivi, l'amygdala ha un incremento volumetrico del 13%, mentre nelle medesime pazienti, l'ippocampo ha una riduzione volumetrica rispetto alla media del - 12%. In questi casi, il lato AB (amygdala) si accorcia, mentre BC (ippocampo) si allunga. Nello stato epilettico, è stato visto un incremento fino al 129% del flusso sanguigno regionale nell'amygdala, accompagnato da un incremento della densità vascolare del 127% nella stessa area, rispetto ai controlli. Anche qui, è AB che si allunga, insieme con l'angolo ABC che tende ad essere retto (90°). Lawrie S.M. et al., (2003) hanno trovato negli schizofrenici la riduzione volumetrica del sistema amygdala – ippocampo. In questi casi, sono entrambi i lati AB e BC ad accorciarsi. In realtà, è l'altezza BH del triangolo ABC ad accorciarsi. Essendo i volumi cerebrali dell'amygdala e dell'ippocampo considerati come singole unità metaboliche, la riduzione di AB e di BC, o di BH, comprende sia gli addensamenti neuronali di queste aree, sia le arteriole di sostegno. Come sarà di seguito esposto, le ricerche di Vermetten E. et al., (2006) segnalano una significativa riduzione volumetrica ippocampale ed amigdaloidea in alcuni tipi di disordini psichiatrici, come la personalità bordellina e la grave depressione. In questi casi, è BH a ridursi. Gerritsen L. et al. (2011), hanno scoperto nei soggetti non depressi volumi di amygdala più grandi e volumi d'ippocampo più piccoli. Questi rapporti erano correlati a bias di memoria negativi. Nel bias negativo della memoria, c'erano volumi di amygdala più grandi ($p = 0,042$) e ippocampo più piccoli ($p = 0,029$). In ulteriori analisi Gerritsen et al., hanno evidenziato un'associazione più stretta tra bias di memoria negativa col rapporto tra volume dell'amygdala e dell'ippocampo ($p = 0,021$). Nella specie umana, Pruessner J.C. et al., (2000), danno questi coefficienti, in riferimento ai volumi dell'ippocampo e dell'amygdala nell'emisfero destro e nel sinistro. Inoltre, coefficienti intra e inter-rater evidenziavano che il volume complessivo dell'ippocampo era maggiore nell'emisfero destro:

3324 mm³ dx - 3208 mm³. sin.

Le differenze emisferiche in riferimento all'amygdala erano quasi inesistenti:

1154 mm³. – 1160 mm³. sin.



Amygdala ↔ Corteccia prefrontale. Semple W.F. et all. (2000), confermano la tesi della reciproca correlazione tra amygdala e corteccia frontale, finalizzata alla strutturazione di un unico sistema, implicato nelle funzioni attenzionali. Tornando all'esempio del triangolo ABC, si potrebbe applicare il teorema di Pitagora in relazione al corretto funzionamento delle tre aree cerebrali, indicate coi lati AB (amygdala) BC (ippocampo) ed AC (corteccia prefrontale). Per una data specie di mammiferi, l'area media dell'amygdala, sommata a quella dell'ippocampo sarebbe rapportabile ai valori medi della corteccia frontale. Cioè: $(AB)^2 + (BC)^2 = (AC)^2$. Alterazioni di questa uguaglianza sarebbero il sintomo di patologie psichiatriche, coinvolgenti anche il contingente sanguigno di supporto nell'amygdala, ippocampo e corteccia prefrontale.

L'ippocampo è formazione **archipalliale**. Si estende attorno al peduncolo cerebrale e al corpo calloso. A partire dal lobo temporale, si possono distinguere numerosi segmenti ippocampali, qui elencati. Tra parentesi, le distanze dell'ippocampo dalle zone limitrofe:

- il lobo temporale (a zero mm di distanza),
- giunzione frontotemporale (distante 22 mm circa),
- limite anteriore della corteccia entorinale (a 24 mm di distanza),
- limite anteriore dell'amygdala (29 mm),
- limite anteriore del ventricolo laterale (33 mm),
- limite anteriore del subicolo (35 mm),
- limite anteriore del giro dentato (41 mm),
- limite posteriore dell'uncus (48 mm),
- limite posteriore della corteccia entorinale (50 mm),
- limite anteriore del nucleo genicolato laterale (51 mm),
- limite posteriore del nucleo genicolato laterale (58 mm),
- limite anteriore del solco calcarino (65 mm),
- limite posteriore del giro dentato (68 mm).

La formazione ippocampale consiste in ammassi neuronali compresi tra due strati, uno superficiale midollare ed uno profondo fibrillare biancastro, detto *alveus*. Lo strato superficiale è parallelo al solco ippocampale ed ha una serie ordinata d'ispessimenti (prolungamenti papillari). Lo strato profondo delimita la cavità del ventricolo laterale, essendone separato dallo strato bianco (alveus). All'estremità dell'*uncus*, c'è una propaggine indicata come *ippocampo invertito* dove gli strati profondi diventano superficiali, l'opposto per i superficiali. Nella struttura ippocampale, sono state distinte tre lamine:

- prima lamina: corrisponde al labbro inferiore del solco ippocampale;
- seconda lamina: è dorsale e forma il labbro superiore del solco ippocampale;
- terza lamina: la parte assile del giro dentato.

La corteccia ippocampale è formata da numerosi strati sovrapposti. La superficie rivolta verso il solco dell'ippocampo ed il giro dentato ha uno strato tangenziale di fibre (lamina midollare esterna),

che continua lo strato superficiale del subicolo sotto cui c'è quello *molecolare*, con piccole cellule a nevrite breve. Sotto lo *strato molecolare*, c'è lo strato *lacunoso*, ricco di filiere che sembrano, anch'esse la continuazione, in profondità, delle fibre superficiali del subicolo. Nello strato *lacunoso* come in quello *oriens*, Lovick T.A. et al. (1999) hanno trovato la più alta densità arteriolare. Anche nello strato lacunoso, esistono cellule a nevrite breve, intercalate con elementi provvisti di dendriti diretti verso lo strato molecolare e con nevrite che si approfonda fino negli strati più interni, piramidale e *oriens*. Più profondamente, c'è lo strato *radiato* che ha grosso spessore ed è percorso dai dendriti delle cellule piramidali dello strato sottostante. Nello strato *radiato*, ci sono piccole cellule con nevriti distribuiti attorno ai cilindri delle cellule piramidali. Prolungamenti nevratici di queste cellule possono raggiungere gli strati limitrofi, ma raramente. Sotto lo strato radiato, c'è lo strato piramidale, formato da grosse e medie cellule piramidali. Queste cellule hanno due prolungamenti dendritici, uno dei quali attraversa lo strato radiato per raggiungere quello molecolare. L'altro prolungamento discende verso lo strato sottostante. Il cilindro delle cellule piramidali è discendente: attraversa lo strato *oriens* e raggiunge l'*alveus*, dove assume decorso tangenziale. Una parte dei prolungamenti efferenti provenienti dalle cellule piramidali è diretta verso il *subicolo*, ma la maggior parte, costituita da fibre di cellule più voluminose è destinata alla fimbria e da lì si continua nel fornice. Inoltre, le grandi cellule piramidali mandano collaterali cilindriche all'interno dello strato lacunoso con la funzione di fibre associative tangenziali. Sotto lo strato piramidale, c'è lo *stratum oriens*, a diretto contatto con l'*alveus*. Lo *stratum oriens* è formato da elementi triangolari, o fusiformi. Il cilindro di alcune di tali cellule raggiunge lo strato molecolare. Altri prolungamenti cilindrici raggiungono l'*alveus*; la maggior parte delle quali dà fibre molto ramificate attorno ai dendriti basali delle cellule piramidali dello strato sovrastante. Nell'ippocampo, sono state rilevate speciali cellule, indicate come *cellule grid* che facilitano il riconoscimento di posizione spaziale. Queste cellule indicherebbero la distribuzione degli oggetti del mondo esterno, rispetto al posizionamento dell'individuo. Le *cellule grid* entrano nella costituzione di mappe ambientali, basate sul movimento del soggetto, essendo ancorate a punti di riferimento esterni, ma persistenti all'oscurità.

Aramaki Yu et al., (2011) hanno evidenziato nell'ippocampo dei roditori alcune importanti funzioni, implicate nella memoria spaziale. Secondo questi Autori, la codificazione della memoria spaziale avverrebbe oltre che nell'ippocampo, anche in aree limitrofe come il giro paraippocampale, il giro fusiforme ed il precuneo di sinistra. La corteccia entorinale è la formazione anatomica più importante sulla via che porta informazioni spaziali, dalla neocorteccia all'ippocampo. I neuroni dell'ippocampo rappresentano caratteristici *campi spaziali* (ossia sensibili alla posizione nello spazio) e si attivano con intensità in base alla localizzazione occupata dall'animale. Questa proprietà è sempre stata ritenuta assente nei neuroni della corteccia entorinale. Fyhn M. e collaboratori (2004), hanno registrato forti *campi spaziali* nei neuroni del fascio dorso-laterale della corteccia entorinale che si riducevano d'intensità nei neuroni delle aree ventro - mediali. Con sorpresa, i ricercatori hanno trovato che i neuroni del fascio dorso-laterale della corteccia entorinale veicolavano esattamente la quantità d'informazione spaziale che si manifestava nei neuroni dell'ippocampo. Si era sospettato che l'informazione fosse veicolata a ritroso dall'ippocampo. Per accertare se le cose stessero davvero in questo modo, Fyhn e i suoi colleghi hanno studiato ratti con lesioni dell'ippocampo, rilevando che le proprietà spaziali dei neuroni della corteccia entorinale si manifestavano anche in assenza dell'attività ippocampale. Gli Autori concludono che l'informazione spaziale sia elaborata in una forma equivalente al calcolo computazionale dai neuroni dorso-laterali della corteccia entorinale.

Schema C	Capillari	Arteriole	Fibre diaforasi-reattive
A strato oriens	18.9	96.9	6.4
B	17.5	110.5	13.6

strato molecolare			
C	23.1	162.1	11.9
strato radiato			
D	8.4	69.5	4.3
Strato lacunoso			

Schema C– Distanza media al S.E.M. espressa in μm in quattro differenti regioni (A – D) tra neuroni piramidali ai più vicini capillari, arteriole e fibre β – nicotinammide – adenina – dinucleotide – fosfato positive, da **Lorvick, (1999)**.

Ricerche sul cervello di Scimmia, con la PET ed altre metodiche similari, dimostrano che i soggetti adulti – comparati ai giovani – hanno una minore portata del flusso cerebrale in particolare nell'**ippocampo**, oltre che nel cervelletto e nello striato. I risultati nella Scimmia sarebbero rapportabili a quelli nella specie umana, dove ci sono analoghi decrementi con l'avanzare dell'età, Galaburda A.M. et all. (1978), Galaburda A.M. et all. (1990), Hudetz Antal G. et all. (1999), Ito Hiroshi, Iwao Kanno et all. (2003), Matochik J.A et all. (2000). Tabuchi E, Ono T, Nishijo H, Endo S, Kuze S., (1995). Hagiwara Yukihiko e Kubo Takao (2005) hanno rilevato nell'area ipotalamica anteriore di Ratto l'esistenza di neuroni che rispondono a variazioni pressorie. In particolare, l'area ipotalamica anteriore risponderebbe alle variazioni di pressione sanguigna dopo essere stata attivata dal sistema angiotensina II – acido -aminobutirrico.

Gli stretti legami tra i neuroni ippocampali e la micro circolazione di supporto furono evidanziate anche da Dombrowski S.M. et all., (2008). Nell'ippocampo, le variazioni di pressione sanguigna e/o l'idrocefalo cronico comportano riduzione di pinocitosi neuronale, accumulo intracitoplasmatico di sostanze β amiloidi ed insorgenza di Alzheimer. Dombrowski SM et all. (2008), affermano che in soggetti con idrocefalia cronica, l'ippocampo è direttamente coinvolto. Gli autori hanno quantificato la densità del recettore VEGFR – 2+ anti fattore di crescita degli endoteli vascolari su neuroni, glia, cellule endoteliali e vasi sanguigni nelle regioni ippocampali CA1, CA2 e CA3, nel giro dentato e nell'ilo, mediante metodiche d'immunoistochimica e stereologiche. La densità e la percentuale di VEGFR-2+ delle popolazioni cellulari è stata ricavata da animali affetti da idrocefalia. Si tratta di cani con età tra 2-3 settimane fino a 12-16 settimane. Nell'ippocampo, gli autori hanno riscontrato un aumento del 6-8 % del VEGFR-2+ riferito alla densità cellulare ed un incremento di oltre il doppio dello stesso anticorpo, nella densità vascolare: incrementi da collegarsi alle modifiche volumetriche del liquido cefalo spinale.

Alcuni ricercatori hanno indagato le particolarità del flusso sanguigno cerebrale regionale delle scimmie, trovando analogie con quello umano. Con la tomografia computerizzata (PET), **Noda A.** et all., (2002) rilevarono aspetti del flusso sanguigno cerebrale regionale (rCBF) ed il tasso del metabolismo di glucosio cerebrale regionale (rCMR glc) in scimmie giovani e vecchie. Il fine fu di sapere se le variazioni collegate all'età, osservate nel cervello umano erano rapportabili a quello di Scimmia. In comparazione con le giovani, c'era una minore portata di flusso cerebrale nelle scimmie adulte a livello di cervelletto, **ippocampo** (con attigua corteccia cerebrale), striato, corteccia occipitale, temporale, frontale e cingolo. C'erano strette correlazioni tra rCBF ed rCMRglc, sia nel gruppo di vecchie scimmie che nelle giovani, con scarse differenze all'interno di ciascun gruppo. Nelle scimmie vecchie, le variazioni legate all'età adulta erano chiare, sia per il tasso rCMRglc, sia per rCBF. Ciò potrebbe servire da modello per indagini affini nell'Uomo.

C'è graduale riduzione di flusso sanguigno e di metabolismo cerebrale, man mano che si passa dall'età giovanile all'adulta, nelle scimmie. Il flusso sanguigno ippocampale è nelle scimmie giovani di 53.09.00 e nelle adulte, di 43.04.00. I dati provengono Noda et all., (2002). Il metabolismo cerebrale era per le giovani 32.02.00 e per le adulte di 21.02.00, da Noda, (2002).

Flusso sanguigno cerebrale regionale in scimmie giovani ed adulte

area cereb.	scimmie giovani	scimmie adulte
--------------------	------------------------	-----------------------

Ippocampo	53.09.00	43.04.00
Striato	60.05.00	44.01.00
Corteccia temporale	53.02.00	45.07.00

Metabolismo cerebr. reg. del glucosio in gruppi di scimmie

area cerebr.	scimmie giovani	scimmie adulte
Ippocampo	32.02.00	21.02
Striato	40.09.00	26.05.00
Corteccia temporale:	36.00.00	26.06.00

Irrorazione sanguigna dell'ippocampo e dell'amygdala. L'arteria corioidea anteriore è di calibro minimo, non superando il millimetro di diametro. Prende origine dalla carotide interna al di sopra della cerebrale anteriore e della comunicante posteriore, dunque al di fuori del chiasma ottico e del tratto ottico. Mentre la cerebrale anteriore e la comunicante posteriore nascono davanti ad essa, ma sono distanziate dalla sostanza nervosa, la corioidea anteriore è applicata sotto la superficie del cervello. Quest'arteria si dirige dietro ed infuori come il tratto ottico stesso, si avvicina a questo, lo incrocia, gli passa al di sotto per raggiungere il corpo genicolato laterale. Dopo aver fornito un ramo al corno posteriore del ventricolo laterale, curva decisamente in avanti, raggiunge il plesso corioideo dei ventricoli laterali, dove termina fondendosi con la corioidea posteriore. Nel suo percorso, la corioidea anteriore fornisce numerosi rami che irrorano l'ippocampo. Più precisamente, l'arteria corioidea anteriore contribuisce all'irrorazione dell'ippocampo attraverso alcuni ramuscoli perforanti che si distribuiscono anche lungo le pareti dei ventricoli laterali. Nella corioidea anteriore, si distinguono due segmenti:

1. Segmento cisternale. Raggiunge la fessura corioidea dov'è continuato dal secondo segmento.
2. Segmento del plesso che vascolarizza il plesso corioideo.

Questo secondo tratto della corioidea anteriore è anche quello terminale: oltrepassato il plesso corioideo del ventricolo laterale si anastomizza col ramo anteriore della corioidea postero laterale.

Il segmento cisternale emette numerosi rami collaterali perforanti, distinti in rami prossimali, laterali, mediali e distali.

1. Rami cisternali prossimali. Irrorano il tratto ottico, il ginocchio della capsula interna e la parte mediale del globus pallidus.
2. Rami cisternali laterali. Irrorano la corteccia piriforme e l'*uncus* del lobo temporale, la circonvoluzione dell'**ippocampo** ed il giro dentato, la coda del nucleo caudato e la metà postero laterale dell'**amygdala**.
3. Rami cisternali mediali. Vanno al terzo medio del peduncolo cerebrale, alla sostanza nera, a parti del nucleo rosso, irrorano una porzione del sub-talamo, oltre ai nuclei ventrali anteriori e ventrali laterali del talamo.
4. Rami cisternali distali: irrorano corpo genicolato laterale, origine della radiazione ottica e fibre retro lenticolari del braccio posteriore della capsula interna.

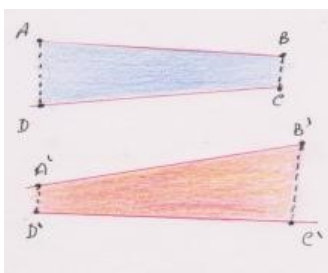
Nell'Uomo con l'avanzare dell'età, la comunicante posteriore del Poligono di Willis va sempre più riducendosi di calibro, fin quasi ad obliterarsi. Di conseguenza, i due distretti del Poligono di Willis, quello anteriore dominato dalla carotide interna ed il posteriore dall'arteria basilare, diventano indipendenti. L'ippocampo è in gran parte irrorato da rami dell'arteria cerebrale

posteriore, Marinncovic S. et all. (1992), Szabo K. et all. (2001). Durante il suo percorso, l'arteria cerebrale posteriore piega ad arco in direzione caudale ed emette tre arterie dorsali: l'arteria ippocampale anteriore, media e posteriore che trasportano il sangue rispettivamente alla testa, alla parte media e caudale dell'ippocampo. Come detto, con l'avanzare dell'età, il circolo di Willis si modifica. La comunicante posteriore di questo poligono si riduce di calibro, fino ad occludersi, in molti casi. Di conseguenza, il versante anteriore del poligono rimane isolato dal posteriore. L'arteria cerebrale posteriore diventa così la diretta continuazione della basilare, ricevendo un maggiore apporto sanguigno rispetto a quando lo aveva dalla carotide interna, tramite la comunicante posteriore. Inoltre, tra il sangue proveniente dalla basilare e quello che affluiva dalla comunicante posteriore, nel punto del loro incontro, si verificavano inevitabili perdite per mescolanza con riduzione di energia cinetica del flusso diretto alla cerebrale media e tramite le tre arterie ippocampali, a questa omonima formazione nervosa. Divenuti indipendenti i due distretti del Poligono di Willis, il flusso sanguigno che arriva all'ippocampo in definitiva tende ad incrementarsi ed a stabilizzarsi.

Variazioni volumetriche ippocampali in rapporto con la funzionalità. Ippocampo e Amygdala sono entrambi situati in mezzo al lobo temporale mediale e spesso oggetto di studi clinici che implicano accurate analisi volumetriche. L'ippocampo ha un ruolo centrale nel mantenimento dei ricordi e nel loro recupero. Struttura e volume spesso cambiano in parallelo con le capacità mnemoniche: si rimpicciolisce in malattie come la demenza ed il declino senile, mentre cresce per esempio, nei tassisti londinesi, in risposta allo sforzo di memorizzare decine di migliaia di strade al fine di ottenere la licenza, Poppenk Jordan & Moscovitch Morris, (2011).

Tuttavia, in condizioni ordinarie, la relazione *incremento volumetrico/variazione strutturale* sembra non esistere: non si è mai trovato un nesso diretto tra le dimensioni volumetriche dell'ippocampo di un adulto normale e la sua capacità di richiamare alla mente un ricordo. Però, gli studi sui tassisti mostrano che a crescere non è l'intero ippocampo: la regione che si sviluppa è quella posteriore, mentre l'anteriore addirittura si rimpicciolisce. Da queste ricerche, è emerso che sia le connessioni delle due regioni alle altre aree cerebrali, sia le circostanze in cui si attivano, sia gli aspetti della circolazione arteriosa sono piuttosto diverse. Quindi, è facile ipotizzare che le zone ippocampali anteriori svolgano funzioni distinte dalle posteriori. Poppenk J. e Moscovitch M., dell'Università di Toronto in Canada, hanno pensato di esaminarle separatamente. Con la risonanza magnetica, i due psicologi hanno misurato le dimensioni e l'attivazione degli ippocampi di 18 giovani adulti che dovevano memorizzare e poi ricordare proverbi familiari e proverbi ignoti. Inoltre, hanno riesaminato i dati di tre studi analoghi, pubblicati indipendentemente da altri gruppi. Hanno così verificato che i più abili a ricordare quanto appreso sono le persone con l'ippocampo posteriore più grande e quello anteriore più piccolo. Il miglior indice di misurazione dell'abilità mnemonica è proprio il rapporto tra le dimensioni delle due regioni, come se lo sviluppo dell'una avvenisse a spese dell'altra. Poppenk afferma: "Per questo, in riguardo all'ippocampo, non si è mai trovata una relazione tra i singoli segmenti e le dimensioni totali."

Nell'ippocampo, l'aumento di un'area è compensato dalla riduzione dell'altra. La relazione è tanto più forte quanto più l'ippocampo posteriore si è attivato nell'intervallo tra l'esposizione allo stimolo ed il successivo ricordo, interagendo con le altre aree cerebrali. Questa relazione quasi scompare se il richiamo alla Mente avviene dopo pochi secondi, anziché decine di minuti dopo. Il beneficio sembra quindi derivare dal fatto che un ippocampo posteriore più grosso è più efficiente nel consolidamento del ricordo, concludono gli psicologi. Le ricerche di Lovick T.A. et all. (1999) sull'ippocampo di Ratto, come spiegato, avevano già messo in evidenza le strette connessioni tra la densità arteriolare e quella neuronale e più esattamente, tra architettura neuronale e quantità delle arteriole di supporto. Queste unioni strutturali e funzionali sarebbero così intense da fornire una stima molto attendibile del potenziale energetico dell'ippocampo.



← Fig. - A. La figura A è un disegno schematico da me medesimo eseguito ed illustra le variazioni quantitative di apporto sanguigno cui è

soggetto l'ippocampo con l'avanzare dell'età. Nella prima fase della vita umana, a livello del Poligono di Willis, il sangue proviene in gran parte dalla carotide interna e la direzione di flusso all'interno della comunicante posteriore è in senso cranio – caudale. Di conseguenza, è avvantaggiata l'area ippocampale in prossimità del segmento AD. Cioè, nell'unità di tempo, una maggiore quantità di sangue ossigenato raggiunge l'area vicina ad AD (area rostrale). Quando la comunicante posteriore si riduce di calibro, il sangue al suo interno fluisce dall'indietro in avanti e l'irrorazione avvantaggia le aree ippocampali posteriori, prossime al segmento B'C'. In molti casi, la comunicante posteriore si occlude e gran parte dell'irrorazione ippocampale è data dal flusso sanguigno dell'arteria basilare che aumenta di calibro. Ohinishi T. et all. (2000), hanno valutato le conseguenze di variazioni dell'emodinamica arteriosa in specifiche regioni cerebrali (rCBF) nei bambini autistici. Gli Autori hanno utilizzato la tomografia a emissione di un singolo protone (SPECT) con dimer technetiom-99m etilcisteinate (Tc-99m ECD). Hanno inoltre misurato il flusso sanguigno in alcune regioni cerebrali (rCBF) in pazienti con autismo infantile e in un gruppo di controllo di bambini non autistici, associati per età, sesso e Q.I. I bimbi autistici avevano riduzioni di CBFr nelle seguenti regioni:

- a) corteccia pre-frontale media e pre-frontale sinistra. Ciò comportava: deficit cognitivo, deficit di linguaggio e risposta anormale a stimoli sensoriali;
- b) **ippocampo** di destra ed **amygdala** di destra. Di conseguenza, si manifestavano il desiderio ossessivo per la ripetizione e la scarsa socializzazione.

Longson. D. et all. (1996), affermano che l'ippocampo, sia quello nel lobo destro che quello a sinistra, sono più voluminosi nella Donna. Lange N. et all. (1997), riferiscono che nei maschi c'è un maggior incremento e variabilità nell'emisfero sinistro in *toto* e a livello locale, nell'ippocampo. Ciò suggerisce una funzionalità diversificata nei due versanti. L'amygdala di destra è anche un poco superiore alla controlaterale, avendo tra l'altro una specificità nella comprensione della direzionalità dello sguardo in riferimento alla chi ci sta a fronte e quindi un ruolo maggiore rispetto all'amygdala sinistra, in particolare nella comprensione dello stato mentale altrui.

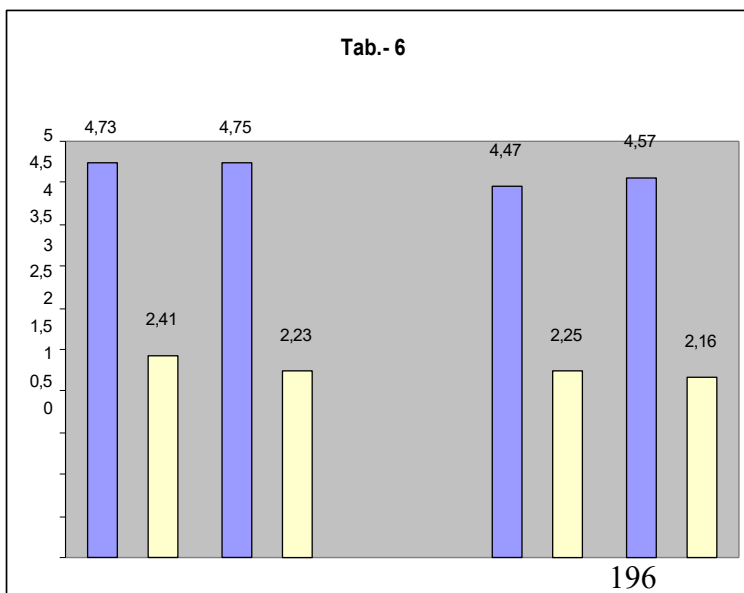
Ippocampo. Nicolas Lange et all. (1997) danno questi risultati:

Uomo ippocampo: 4,73 cm3 (destro) 4,47 cm3 (sinistro).
Donna ippocampo: 4,75 cm3 (destro) 4,57 cm3 (sinistro).

Dunque, l'ippocampo nella Donna è più voluminoso rispetto al corrispondente dell'individuo di sesso maschile. Le differenze maggiori riguardano l'ippocampo di sinistra che nella Donna è di 4,57 cm3 e nell'Uomo è di 4,47 cm3. In genere, come per i lobi temporali corrispondenti, gl'ippocampi di destra sono mediamente più voluminosi dei controlaterali.

I dati di Nicolas Lange et all., (1997) sono stati sostanzialmente confermate da De Bellis M.D. et all. (2000), che fornisce anche parametri medi, validi sia per l'Uomo che per la Donna:

Volume medio dell'ippocampo dx: 4,19 cm3 – Vol. medio dell'ippocampo sin.: 4,12 cm3.



Per quanto riguarda l'amygdala, N. Lange fornisce questi parametri medi:

**Uomo: Amygdala destra: 2,41 cm³;
 Amygdala sinistra: 2,25 cm³
 Donna: Amygdala destra: 2,23 cm³;
 Amygdala sinistra: 2,16 cm³**

La tabella 6 mette in comparazione in modo alterno, i volumi dell'ippocampo di destra e di sinistra nell'Uomo e nella Donna, rapportati ai corrispondenti dell'amygdala. Il volume dell'amygdala è in media quasi la metà di quello ippocampale, sia nella Donna che

nell'Uomo.

Nel toporagno, Ohl F. et all. (1999), con la metodica MRI hanno osservato che l'ippocampo di sinistra è più del doppio rispetto al destro. L'inverso accade nella specie umana.

Ippocampo dx di toporagno: 8,52 mm³; Ippocampo sin. di toporagno: 8,74 mm³

Tamaki Takeuchi & Sugita Shoei (2007), hanno effettuato studi volumetrici sull'amygdala nel Suino, nel Bovino e nel Cavallo. Gli Autori hanno trovato un volume amigdaloideo più alto nel Cavallo, rapportato a quello del cervello in toto. Invece, l'area totale dell'asse amygdala – ippocampo era maggiore nel Suino, rispetto al Cavallo ed al Bovino.

Nell'Uomo, altri Autori come Benes F.M. & Berretta S., (2000) affermano che nell'eventualità di gravi alterazioni nelle normali connessioni tra amygdala, lobi frontali e temporali, sarebbe presente anche una riduzione volumetrica del 5 – 10% in riferimento all'amygdala. Negli schizofrenici, Slater, E. & Beard A.W., (1963) avrebbero riscontrato una riduzione volumetrica del 5 – 10% in riferimento all'amygdala.

Ricerche effettuate da Woolard A.A. & Heckers S. (2012), confermano la importante asimmetria dell'ippocampo nei due versanti, molto più accentuata a destra. Secondo gli Autori, la parte anteriore dell'ippocampo ha il volume strettamente correlato a quello dei quattro lobi corticali. Al contrario, il volume dell'ippocampo posteriore è fortemente rapportato solo a quello del lobo occipitale ed in modo molto limitato a quello del lobo parietale e temporale, ma mai col lobo frontale. Queste asimmetrie sarebbero la risultante di alcuni tipi di facoltà cognitive ed avrebbero dirette implicazioni sulla specifica funzionalità regionale.

Lange N. et all. (1997), in una ricerca effettuata su 115 ragazzi adolescenti sani di entrambi i sessi e di età compresa tra i quattro ed i 20 anni, trovarono che il giro temporale superiore sinistro e l'**ippocampo sinistro** avevano un elevato incremento. I maschi mostravano maggiore variabilità delle femmine a livello del giro temporale superiore sinistro, solo durante il periodo della pubertà. Inoltre nei maschi, c'era un maggiore incremento e variabilità nell'emisfero sinistro *in toto* ed a livello dell'**ippocampo**.

Tra Uomo e primati, sono state elencate analogie encefaliche che fanno pensare ad un simile meccanismo di base, rimasto invariato a livello evolutivo. Nei primati, il lobo temporale ha numerose funzioni anche se la disposizione anatomica è differente, rispetto all'Uomo. Sia nell'Uomo che nei primati, le strutture del lobo temporale mediale includono, come detto, l'amygdala, l'ippocampo, la corteccia rinale (endo e peririnale), il giro paraippocampale. Tutte queste formazioni sono implicate nella strutturazione della memoria dichiarativa, come affermato da Squire & Zola (1996) e da Murray E.A., (2000). L'amygdala ha un ruolo addizionale negli stati emotivi, in particolare negli episodi di paura e negli stimoli dolorosi, Dolan R.J., (2000). Similare sembra l'organizzazione funzionale complessiva della parte media del lobo temporale nell'Uomo e nei primati non umani: Zola S.M. et all., (2000); Murray E.A. & Bussey T.G., (1999).

Per quanto riguarda i volumi dei lobi temporali di Uomo e di Donna in entrambi i sessi, quelli nell'emisfero di destra, in particolare nell'Uomo, sono più voluminosi rispetto ai controlateralie:

Lobo temporale uomo – destro: 112,08

Lobo temporale uomo sinistro: 114,05

Lobo temporale donna – destro: 113,08

Lobo temporale donna – sinistro: 114,06

Vermetten E. et all., (2006) segnalano una significativa riduzione volumetrica ippocampale e amigdaloidea in alcuni disordini psichiatrici, come il disordine mentale da stress post-traumatico (PTSD), la personalità bordellina e la depressione grave. Le indagini furono eseguite su quindici pazienti donne, paragonate a soggetti normali. Gli Autori segnalano una riduzione

volumetrica ippocampale del 19,2% e del 31,6% circa il volume minore dell'amygdala, in rapporto ai soggetti normali.

Nei mammiferi, la navigazione spaziale avviene tramite una rete distribuita di regioni il cui fulcro sarebbe il lobo **mediale-temporale**: attivo quando gli individui si muovono in ambienti reali e virtuali, o nello svolgimento di compiti spaziali. Nell'Uomo, studi di neuroimaging (fMRI) evidenziano che il lobo temporale-mediale ha due tipi di codici cruciali per la navigazione: un codice di distanza (principalmente nell'ippocampo) e un codice a griglia (principalmente nella corteccia entorinale). Questi due codici aiutano a rilevare la disposizione degli oggetti in un preciso ambiente. La corteccia parietale e il sistema ippocampo-entorinale generano sequenze di uso generale che rivestono, come mosaico ordinato secondo uno scopo, gli spazi tra gli eventi, interconnessi dalla Mente. L'asse corteccia parietale-sistema ippocampo-entorinale codifica dunque una struttura sequenziale con contenuto limitato, collegandosi al contempo con le aree corticali in cui si elaborano i dettagli semantici degli eventi. All'interno delle traiettorie neuronali, le sequenze ordinali rappresentano il concetto di passato, presente e futuro. La Mente, entità speciale che processa ed elabora informazioni cerebrali. La Mente, proprietà emergente. La mente, interazione dinamica di energia, entropia e informazione cerebrale.

NUCLEO SOPRACHIASMATICO IPOTALAMICO. Il nucleo soprachiasmatico ipotalamico (SCN) è nella parte anteriore dell'ipotalamo, poco al di sopra del chiasma ottico e lateralmente al terzo ventricolo. Due nuclei neuronali, il ventro-laterale e il dorso-laterale, ognuno di circa diecimila cellule, ne formano la struttura. La morfologia del SCN è specie dipendente. I due nuclei sono differenti nell'espressione dei geni che regolano i ritmi circadiani: la parte ventro-laterale li esprime in risposta a stimoli di aree circostanti o lontane e la dorso – laterale li esprime in modo fisiologico. In termini di proiezioni, la parte interna ventro-laterale è innervata da tre vie principali:

1. TRATTO RETINOIPOTALAMICO.
2. TRATTO GENICOIPOTALAMICO
3. PROIEZIONI DA NUCLEI DEL RAFF.

I peptidi più abbondanti nel SCN sono:

- **arginina-vasopressina (AVP)**,
- **polipeptide intestinale vasoattivo (VIP)**,
- **peptide istidina-isoleucina (PHI)**.

I neuroni con AVP stanno dorsomedialmente, quelli contenenti VIP e PHI stanno ventrolateralmente. Nei mammiferi, il nucleo soprachiasmatico ipotalamico è dunque il pacemaker circadiano centrale. I suoi neuroni hanno attività elettrica, coordinata nei ritmi circadiani. Ogni gruppo cellulare sincronizza le oscillazioni coi gruppi circostanti, formando una rete di oscillazioni precise, a vicenda rinforzate. E' questo l'orologio principale del SCN.

Nucleo soprachiasmatico ipotalamico (SCN) - IRRORAZIONE. L'apporto arterioso a SCN differisce tra gli animali e in alcune specie ci sono differenze tra i 2 lati. Il SCN rostrale è fornito da rami dell'arteria ipofisaria superiore (SHpA), o anche da collaterali dell'arteria cerebrale anteriore e a volte da rami della comunicante anteriore del Poligono di Willis. La parte caudale del SCN è costantemente fornita dalla ipofisaria anteriore SHpA. Il SCN rostrale è drenato dalla vena preottica, e quello caudale dalla vena basale, con variazioni nella lateralità dei vasi drenanti. La densità e la lunghezza dei capillari è maggiore nel *guscio* (parte dorso – laterale) che nel *nucleo* (parte ventro-laterale). Sarà importante considerare il significato funzionale di queste differenze

nella dimensione dei capillari. È stato riportato che una variazione dell'1%–3% del diametro capillare è sufficiente per influenzare la velocità del flusso sanguigno, Kisler et al. (2017).
Tre ipotesi sull'irrorazione arteriosa, venosa e dei capillari nel SCN:

1. distinti sistemi arterioso e venoso del SCN rostrale e caudale possono contribuire alle variazioni in vivo delle attività metaboliche e neurali, osservate nelle reti SCN.
2. Densi capillari del guscio (parte dorso – laterale) sono ben posizionati per trasportare i segnali trasmessi dal sangue.
3. Variazioni nell'apporto e nel drenaggio vascolare dell'intero SCN contribuirebbero a differenziare i ritmi circadiani nei mammiferi.

Precise relazioni di fase definiscono stati di rete, correlati all'ansia Le risposte emotive derivano dai circuiti limbici, tra cui l'ippocampo e l'amygdala. Nel cervello umano, la comunicazione a *frequenza beta* tra ippocampo e amygdala è correlata all'umore e all'ansia, anche se il meccanismo di azione di questo biomarcatore (*la frequenza beta*) come indicatore dello stato emotivo, rimane sconosciuta. Le registrazioni dell'elettroencefalogramma intracranico (iEEG) negli esseri umani, affetti da epilessia, evidenziano la presenza di questo particolare biomarcatore elettrofisiologico mentre traccia le fluttuazioni in tempo reale dello stato emotivo auto-riferito.

Tra amygdala e ippocampo, il biomarcatore basato sulla coerenza della frequenza beta (β ; 13–30 Hz) dimostra che rapidi modelli di attività su scala temporale nel cervello umano codificano gli stati emotivi. Un punto è chiaro: la sincronizzazione ritmica interregionale, specifica per frequenza, fase e tipo cellulare, controlla l'elaborazione emotiva. Nella sensazione di ansia, specifiche frequenze di fase regolano gli stati di alcune reti nervose. Variazioni nell'attività elettrica di alcuni tipi di neuroni promuovono, o sopprimono funzioni di fase nell'ippocampo e nell'amygdala. La sincronizzazione ritmica e le relazioni di fase tra peculiari tipi e gruppi di cellule regolano il funzionamento delle reti nervose ippocampali ed amygdaloidee. S'ignorano le modalità in base alle quali si originano queste precise relazioni di fase interneuronali.

L'apprendimento delle minacce pavloviane è implicato direttamente nei disturbi di ansia e della psicopatologia, correlate al trauma. L'amygdala ha un ruolo centrale in questa importante forma di apprendimento, nell'Uomo e nelle specie di animali.

Ricerche di risonanza magnetica funzionale (fMRI) dimostrano costantemente un'attivazione potenziata della corteccia visiva, in reazione a stimoli visivi emotivamente salienti. Questo aumento di attivazione è modulato da processi top-down, avviati nelle strutture di elaborazione dell'emozioni, in particolare l'amygdala e la corteccia orbitofrontale.

Esseri umani e animali identificano e prestano attenzione agli stimoli sensoriali al fine di acquisire rapidamente ricompense, o per evitare brutte esperienze. L'eccitazione emotiva è mediata dall'amygdala. Christopher J. Peck e Daniel Salzman, (2014) hanno dimostrato che nell'Uomo e nella Scimmia, l'amygdala si attiva, sia per migliorare l'attenzione spaziale agli stimoli sensoriali associati a esperienze gratificanti, sia di fronte ad eventi avversi.

Infine, l'alterato rapporto tra volume dell'amygdala e volume dell'ippocampo è stato associato a molteplici problemi psichiatrici, tra cui ansia, depressione e aggressività. Nella schizofrenia, c'è riduzione volumetrica dell'ippocampo rispetto agli individui sani. In particolare, alcuni sottocampi ippocampali hanno volume inferiore nei pazienti schizofrenici, come il presubicolo bilaterale, lo strato molecolare, la coda dell'ippocampo sinistro, il subicolo, il cornus ammonis e il parasubicolo destro. La riduzione dell'ippocampo si accompagna a un ridotto volume dell'amygdala sinistra, in particolare nelle sotto-regioni del nucleo basale bilaterale, l'area dell'amygdala anteriore, il nucleo para-laminare e il nucleo laterale sinistro.

Nei mammiferi, la navigazione spaziale avviene tramite una rete distribuita di regioni il cui fulcro sarebbe il lobo **mediale-temporale**: attivo quando gli individui si muovono in ambienti reali e virtuali, o nello svolgimento di compiti spaziali. Nell'Uomo, studi di neuroimaging (fMRI) evidenziano che il lobo temporale-mediale ha due tipi di codici cruciali per la navigazione: un codice di distanza (principalmente nell'ippocampo) e un codice a griglia (principalmente nella corteccia entorinale). Questi due codici aiutano a rilevare la disposizione degli oggetti in un preciso ambiente. La corteccia parietale e il sistema ippocampo-entorinale generano sequenze di uso generale che rivestono, come mosaico ordinato secondo uno scopo, gli spazi tra gli eventi, interconnessi dalla Mente. L'asse corteccia parietale-sistema ippocampo-entorinale codifica dunque una struttura sequenziale con contenuto limitato, collegandosi al contempo con le aree corticali in cui si elaborano i dettagli semantici degli eventi. All'interno delle traiettorie neuronali, le sequenze ordinali rappresentano il concetto di passato, presente e futuro. La Mente, entità speciale che processa ed elabora informazioni cerebrali. La Mente, proprietà emergente. La mente, interazione dinamica di energia, entropia e informazione cerebrale.

Creatività. Tenere a mente più idee nello stesso intervallo di tempo, combinandole in modi nuovi potrebbe dipendere da una forma di sovrapposizione quantistica cerebrale e di intreccio tra i vari stati mentali. Le intuizioni creative avverrebbero in seguito al collasso di queste sovrapposizioni dei diversi stati mentali in nuove combinazioni.

55) Immagini mentali strategiche.

Scegliere come comportarsi in pubblico dipende dal modo in cui la Mente valuta le circostanze del momento. La Mente interpreta gli aspetti del mondo esterno, attribuendo importanza o meno, a persone, eventi e cose. In fin dei conti, si tratta dei nostri pensieri relazionati col mondo esterno. Essendo animali sociali, molte delle nostre scelte emergono anche dall'interazione cogli altri e di conseguenza da ciò che pensiamo gli altri pensino di noi, come rappresentiamo nella nostra Mente il loro mondo interiore. In ultima analisi, come riusciamo a intendere i loro pensieri e se possibile, anche i più reconditi. Il *comportamento strategico* si basa su specifiche immagini mentali con cui è possibile desumere la capacità di leggere la Mente altrui, manipolando al meglio la propria immagine sociale. Non è importante ciò che uno pensa dell'altro, ma l'intuizione di cosa l'altro, ogli altri pensino di noi.

E' necessario trovare le strategie adatte per modificare l'altrui opinione. Questo tipo di comportamento strategico spazia dal mondo delle carte da gioco, ai negoziati politici ed economici nel mondo degli affari, fino al teatrino della politica. In tutti questi casi, bisogna inculcare negli interlocutori la nostra opinione, possibilmente in positivo. Perché questo tipo di operazione mentale riesca, è necessario capire il modo di pensare dell'interlocutore e stimare che concetto l'altro abbia di me. Lo scopo è quello d'influenzare il comportamento altrui e ricominciare ricorsivamente l'intero processo. Il *comportamento strategico* implica l'espletamento di numerosi calcoli computazionali cerebrali, tanto più ardui quanto più difficili si rivelano i nostri modi, finalizzati al condizionamento dell'interlocutore, o interlocutori. Con la MRIf, Montague R.P. et al. (2010) hanno evidenziato quali aree cerebrali si attivano in questi tipi di operazioni mentali. Si è visto che i soggetti più bravi nell'indurre una falsa credenza di sé negli altri, presentavano numerose aree attive, qui elencate.

- L'area 10 di Brodmann (la corteccia rostrale pre – frontale), implicata nei compiti di mentalizzazione. E' stato visto che i sistemi cerebrali coinvolti nell'emozioni includono l'amygdala e parti della corteccia prefrontale. Franklin D.L., (1996) sostiene che le fibre di connessione tra lobo frontale e amygdala sono molte remote dal punto di vista evolutivo e sostanzialmente rimaste invariate, in Homo e nelle grosse scimmie. Nella schizofrenia, queste

connessioni sarebbero alterate.

- Suzuki W.A., (1996) dimostrarono che nella Scimmia (Macaque monkey) esistono strette connessioni tra amygdala e le cortecce endorinale, peririnale e paraippocampale. Nella Scimmia, le principali funzioni dell'amygdala sarebbero associate a stimoli, in riguardo alla valutazione del cibo.
- La corteccia dorso – laterale prefrontale destra, coinvolta nel controllo cognitivo e nel mantenimento di un obiettivo a lungo termine.
- La giunzione temporo – parietale, associata alla comprensione di credenze altrui ed al riorientamento dell'attenzione.

56) Homo Sapiens sapiens - *Homo erectus* fu la prima specie umanoide a diffondersi in Africa e in Asia orientale. In centinaia di migliaia di anni, seguirono altre specie di Homo: Homo heidelbergensis, Homo naledi, Homo florensiensis, Homo luzonensis oltre a Homo sapiens, Homo Neanderthal e Denisova.

E' stato dunque visto che in Homo Sapiens sapiens più o meno negli ultimi 70.000-100.000 anni, la cavità cranica umana *in toto*, si è rimpicciolita, senza la 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 e un più efficiente apporto di sostanze nutritive, veicolate dal sangue. Il tessuto nervoso centrale nelle sue molteplici connessioni, assomiglia ad una rete (rete neuronale) con le caratteristiche di un sistema a geometria ripetitiva, frattale. In un tale sistema, l'aumento della complessità è collegato spesso alle sue parti minuscole come il numero 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 cm³, 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 hanno 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 scimpanzè, ma differenze notevoli dal punto di vista mentale. Non si adattano allo scimpanzè 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 a cui l'io è connesso. È provato che gli ominidi arboricoli vissero per alcuni milioni di anni insieme con gli scimpanzé sugli stessi alberi, nella foresta pluviale primaria. Questi individui verosimilmente si reggevano ai rami di preferenza con l'arto superiore sinistro, usando il destro per la *prensione* degli alimenti. Non sarebbe importante se fosse avvenuto il contrario. Importante è la diversificazione funzionale tra i due arti superiori, più accentuata negli ominidi rispetto agli scimpanzé, collegata forse, all'asimmetria delle arterie succlavie e carotidi comuni. La succlavia sinistra nell'Uomo ha direzione verticale nella parte intratoracica, la destra invece curva all'esterno. La posizione del braccio sinistro che si appoggia verso l'alto sul tronco di un albero è compatibile con la geometria della succlavia di sinistra. Inoltre, solo nell'Uomo, a differenza di tutti gli altri mammiferi, compreso le scimmie, la carotide di sinistra si origina direttamente dall'arco aortico. E' probabile che anche questo particolare di diversificazione, sia collegato alla prensione degli alimenti sugli alberi della foresta pluviale primaria.

Il primo strato della foresta pluviale primaria, fino ai tre metri di altezza, è la nicchia perfetta per un bipede in grado di accucciarsi per raccogliere cibo al suolo, sorreggersi con una mano a un tronco, tirare a sé i rami per raccogliere foglie e frutta, estendere in alto le braccia, utilizzando così un ambiente tridimensionale per il foraggiamento. Può essere verosimile l'ipotesi che gli ominidi arboricoli usassero l'andatura bipede per lo spostamento sui grossi tronchi degli alberi. È da supporre che con una mano si reggessero a un ramo e con l'altra raccogliessero l'alimento. È probabile che abitassero le parti inferiori della flora nella foresta pluviale primaria, dove i rami erano distanziati in altezza e larghezza e dove scarseggiava la luce solare. L'andatura bipede sugli alberi era vantaggiosa e poco problematica anche per riposare di notte. L'arco plantare concavo, la linea trasversale della schiena anch'essa concava e adattabile alla superficie convessa dei tronchi, permettevano persino di dormire sugli alberi. All'arrivo della savana, concomitante al restringimento della foresta, la stazione eretta trovò il migliore ambiente per affermarsi, circa cinque milioni d'anni fa. Per Voisin (2001), gli ominidi *Homo ergaster*, *Homo antecessor* fino agli *Homo erectus* ed *Homo habilis*, avevano clavicola molto simile a quella di gorilla e differente da quella di *Homo Sapiens sapiens*. Ciò dimostrerebbe la persistenza di stretti rapporti di questi ominidi con la flora ad essi contemporanea. Anche quando avevano raggiunto la deambulazione eretta (*Homo erectus*), continuavano a spostarsi sugli alberi con le braccia come i gorilla. C'è da fare una consequenziale considerazione. Nei mammiferi in genere, la prensione degli alimenti avviene mediante un unico prolungamento: di solito la protuberanza dello splancocranio che contiene la bocca. Nel delfino e nei pipistrelli, la prensione degli alimenti avviene direttamente con la bocca. Equini e ruminanti si servono dell'ausilio di labbra e lingua – appendici buccali – per prelevare erba, foglie e rami, portarli in bocca e masticarli. Negli ominidi arboricoli, la prensione degli alimenti avveniva mediante l'utilizzo di un unico arto, di solito il destro, mentre la sinistra sorreggeva il corpo sull'albero. Il rapporto era quindi di due a uno. Le scimmie che sono quadrumani, possono effettuare la prensione degli alimenti con un solo arto, usando gli altri per reggersi sull'albero. Il rapporto è di uno a quattro. Nell'Uomo, si ebbe maggiore diversificazione funzionale tra i due arti superiori. Si potrebbero fare le seguenti obiezioni.

- La prensione, secondo quanto affermato, avverrebbe mediante un unico elemento da una coppia di organi pari: gli arti superiori.
- La proboscide è organo impari, derivato da strutture pari: ha due condotti aerei.
- Anche la cavità orale è impari con duplice origine: due ossa mascellari, due incisivi e due rami mandibolari.

- La lingua è organo impari.

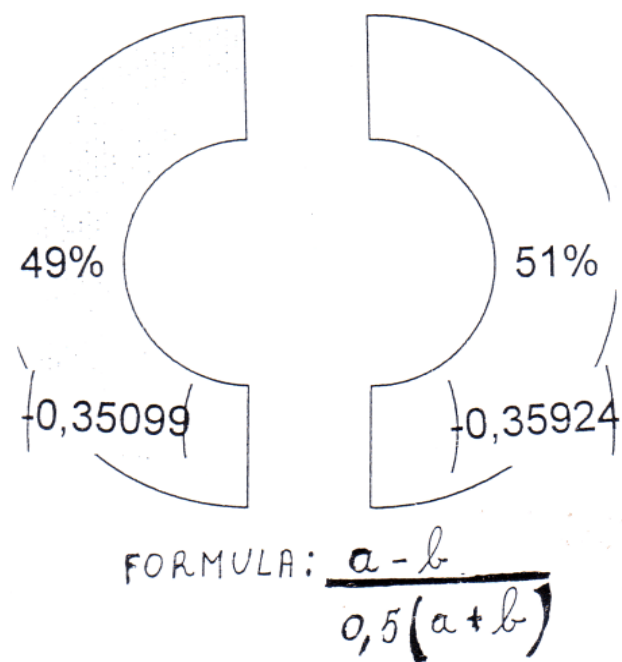
Potrebbe essere che nei mammiferi l'uniformità di funzioni tra appendici del corpo contigue e adiacenti, comporti fusione di questi processi, come proboscide e rami mandibolari. Se la differenza funzionale è conservata o accentuata, non c'è fusione di elementi adiacenti. Importante sarebbe anche la distanza tra questi elementi omologhi: ravvicinati e con medesima funzione, tendono a fondersi; distanziati – come gli arti toracici nell'Uomo e le pinne toraciche nei cetacei – hanno uniformità morfologica, ma non fusione. Nell'Uomo i due arti superiori simili per grandi linee, hanno accentuato nel tempo differenze funzionali nella prensione degli alimenti, effettuata con la destra nel 90% dei casi. A sostegno di queste ipotesi, ci sono tre considerazioni:

- La razza suina *casco de mulo* della Columbia in cui le due grandi dita sono avvolte in unica scatola cornea simile allo zoccolo degli equini.
- Nelle razze equine nell'arto posteriore, il tendine estensore laterale delle falangi si fonde con l'anteriore. Ciò è collegato alla funzionalità dei due muscoli negli arti posteriori meno diversificata che negli anteriori.
- Le chele delle aragoste e dei granchi sono asimmetriche verso sinistra.

Quanto alla lingua – organo impari – sono note le molteplici funzioni: gustativa, di rilevamento della durezza, ruvidezza (papille filiformi), del calore di un alimento, e di portare il bolo sotto i denti, di modulare i suoni e in specie come equini e ruminanti. La lingua infine coadiuva le labbra nella prensione degli alimenti. Nel corso dell'evoluzione si è avuto ravvicinamento d'elementi con funzioni analoghe: labbra, lingua, mandibole, incisivi, mascellari e nell'Elefante, della proboscide. Le funzioni sensitive della lingua, collegate al gusto, sono svolte meglio da un unico elemento non separato, essendo il bolo alimentare omogeneo, così come i liquidi bevuti. Nei rettili, la punta della lingua è bifida, dovendo sopperire in parte alle funzioni visive e non essendoci masticazione.

La diffusione di *Homo sapiens* avvenne nelle stesse regioni in cui erano stanziati i Neandertaliani. In Europa e in Asia occidentale gli *Homo sapiens* (Cro-Magnon) sostituirono rapidamente i neandertaliani intorno ai 30.000 anni fa. Nel Levante, questa sostituzione fu più lenta. Dunque, già 100.000 anni fa, c'è testimonianza della presenza nel Levante di esseri umani, simili a noi. In netto contrasto con ciò che accadde in Europa, i neandertaliani persistettero in questa regione per circa 60.000 anni, dopo la comparsa dell'Uomo moderno. In questa lunga coesistenza, a quanto possiamo giudicare dai loro utensili e dai siti che occuparono, i due tipi di ominidi si comportavano più o meno allo stesso modo. Però la rapida o graduale diffusione degli *Homo sapiens* e la scomparsa dei neandertaliani fa pensare ad una colonizzazione più recente degli eschimesi che, portatori di tecnologie e metodi di caccia nuovi, in pochi secoli colonizzarono di nuovo le regioni artiche su un'estensione di migliaia di chilometri, dalla Siberia fino alla Groenlandia.

Homo di Neanderthal ha minore lunghezza della faringe, palato duro lungo e piatto, ampiezza delle cavità nasali, dei seni frontali e sfenoidali, maggiore lunghezza in senso oro-aborale della cavità cranica, ossa frontali e zigomatiche sfuggenti. Alcune caratteristiche: lunghezza, in senso oro-aborale della cavità cranica, regione frontale sfuggente e ampiezza delle cavità nasali, si osservano, come si è detto, anche nei delfini estinti (*Dorotum atrox*) con ampiezza cranica superiore a quella delle razze di cetacei attuali. È probabile che la riduzione della massa encefalica e il riadattamento, sia in *Homo sapiens* che nei delfini moderni – rispetto ad alcune razze estinte – sia collegabile a particolarità vascolari ed a criteri di progettuali conflittuali come li definisce Kauffman (2001). Oppure si ebbe in *Homo Sapiens sapiens* come detto, un maggiore sviluppo in altezza della scatola



cranica e minor sviluppo in senso trasversale della stessa. Il riadattamento cranico avvenne a prescindere dalle presunte capacità linguistiche degli *Homo Sapiens sapiens* rispetto a Neanderthal. Inoltre tracce di una faringe di tipo moderno sono state osservate perfino in *Homo ergaster*, quasi 2 milioni di anni fa e un cranio di *Homo heidelbergensis*, trovato in Etiopia, mostra che questa caratteristica aveva raggiunto l'aspetto attuale già 600.000 anni fa. Un apparato vocale capace di produrre i suoni di linguaggio articolato era stato quindi acquisito nella specie umana più di 500.000 anni prima delle più antiche testimonianze dell'uso del linguaggio dei nostri antenati.

L'*Homo* di Neanderthal aveva collo più corto di *Homo Sapiens sapiens*. Di conseguenza il baricentro del corpo cadeva in un'area leggermente diversa. I vasi sanguigni

arteriosi destinati al cervello che percorrevano il collo, erano in *Homo* di Neanderthal, mediamente più corti.

Applicazione del coefficiente di asimmetria al volume endocranico di alcuni ominidi - Ho applicato la formula del coefficiente di asimmetria tra i due emisferi cerebrali per evidenziarne le percentuali tra *Homo habilis* (vol. endocranico di 664 cm³) e *Homo erectus javaricus* (volume endocranico di 926 cm³). Ho ripetuto la stessa operazione tra il vol. endocranico di *Homo erectus pekinensis* (1043 cm³) ed *Homo Sapiens neanderthalis* (vol. endocranico 1487 cm³). Lo schema qui sopra mostra le due percentuali e i valori calcolati con la formula del coefficiente di asimmetria. Sembra esserci rapporto costante di crescita tra i quattro volumi cranici. Essendo volume cranico collegato alla massa corporea di una determinata specie di mammifero, si deduce che l'incremento corporeo abbia seguito omologhi parametri.

Simmetria e asimmetria cerebrale in Homo Sapiens sapiens. La simmetria è caratteristica centrale della struttura cerebrale umana. Tuttavia, la simmetria non è perfetta. Nonostante un tipo di simmetria globale, sono state documentate numerose asimmetrie neuroanatomiche con dirette correlazioni funzionali. Numerosi autori come Guadalupe et al. (2017), Kavaklioglu et al. (2017), Kong et al. (2018 e 2020) hanno segnalato asimmetrie sottocorticali, corticali, cerebellari, di volume tra i due lobi cerebrali e tra le varie aree corticali.

Sebbene alcune caratteristiche anatomiche siano lateralizzate a livello di popolazione, l'asimmetria è un tratto multivariato e complesso, influenzato da vari fattori come età, sesso e disturbi psichiatrici, (Kong et al., 2020). Quantificare accuratamente queste variazioni tra le popolazioni potrebbe far luce sulla complessa relazione tra asimmetrie cerebrali e comportamento.

Infine, è stato visto che l'asimmetria cerebrale globale può influenzare le asimmetrie cerebrali locali. Sebbene le asimmetrie cerebrali globali siano state studiate in relazione ai disturbi cognitivi e di salute mentale, la connessione tra l'IA globale e quella locale è poco chiara. Le asimmetrie cerebrali globali possono dunque spiegare in parte le asimmetrie locali.

57) TERMODINAMICA - ENERGIA OSCURA CEREBRALE - COSCIENZA.

Il funzionamento del cervello sarebbe come un Modello Dissipativo Quantistico, un sistema in costante contatto con l'ambiente, immettendovi e ricevendovi informazioni. Uno stato di vibrazione coerente mette il cervello nella condizione di ricevere informazioni dal vuoto quantico: il primo passaggio è determinare, a livello cerebrale, un ordine e per fare ciò occorre rompere la simmetria esistente, intendendo in fisica per simmetria uno stato nel quale gli elementi non riescono a distinguersi gli uni dagli altri. La simmetria è quindi sinonimo di indistinto. In questo tipo di modello, l'introduzione di uno stimolo esterno rompe la simmetria del sistema e forma un ordine, alimentato da un'oscillazione quantistica coerente al sistema stesso. Per essere valido, lo stimolo proveniente dalla realtà del mondo circostante deve avere coerenza, affinché esso stesso possa indurre la coerenza di fase cerebrale.

Attività cerebrale sincronizzata e fenomeni di transizione di fase auto-organizzate genererebbero l'evento cosciente, in specifiche aree cerebrali. Per Keppler G., (2024) l'inizio delle transizioni di fase e la formazione di modelli di attività sincronizzati cerebrali avvengono in concomitanza all'accoppiamento col campo del punto zero (ZPF), che ha un ruolo centrale nell'elettrodinamica quantistica (QED). Per Keppler, lo ZPF è la chiave per la comprensione della coscienza: la caratteristica distintiva dei processi neurofisiologici, associati all'esperienza cosciente, consiste nella modulazione dello ZPF in interazione risonante col glutammato (glutammato-ZPF). Keppler ne è convinto: le percezioni coscienti sono assenti in condizioni sperimentali se l'accoppiamento risonante glutammato-ZPF è interrotto.

Gross G. Charles, (1995) affermò che gli oggetti mentali sono non-spaziali. Esisterebbe in ogni essere umano vivente uno speciale spazio interno, dove sono posizionati gli oggetti solo per le percezioni visive, per i pensieri e per i sogni. Uno spazio non strutturale, ma piuttosto un "dispositivo provvisorio di presentazione" derivato dalla vista e dalla contemplazione dello spazio fisico. Per alcuni studiosi, l'attività cognitiva del cervello implicherebbe la conversione diretta dell'energia cerebrale in energia oscura, basilare per ogni attività cognitiva, come l'elaborazione di qualsiasi segnale in informazione e la trasformazione della conoscenza in esperienza. L'energia oscura è energia invisibile. Si presume che ci sia energia oscura nel cervello, come nell'universo: ogni volta che l'informazione si divide in spazio, tempo ed energia, la consegna di questa energia avviene nel dominio dell'energia oscura?

Nell'Uomo, Raichle (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 dice che a 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 cui la gran parte delle sinapsi è nelle connessioni interne della stessa 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 definisce "energia oscura" potrebbe essere il campo quantico, collegato con le prestazioni mentali superiori e facente parte di **M-CFS**.

Nuove scoperte scientifiche dimostrano l'esistenza nell'intero universo di una forza centrale, che organizza e ordina tutta l'*Esistenza*, compresa quella terrena di noi esseri umani. L'uomo è un punto di energia in un campo infinitamente più vasto, col quale è in connessione totale. Il *Campo Quantico Speciale* sarebbe il motore centrale del nostro essere e della nostra consapevolezza?

Per Denis Le Bihan (2023), la coscienza emergerebbe da un connettoma cerebrale quadridimensionale, collegato a una quinta dimensione, così come la gravità di Einstein emerge da un mondo quantistico quadridimensionale "piatto", senza gravitazione, ai confini di uno spazio-tempo pentadimensionale. La misurazione della curvatura e la torsione della connettività spazio-temporale del cervello rivelerebbero il flusso e il riflusso degli stati coscienti. La coscienza sarebbe la nostra esperienza di una dimensione olografica 5D, oltre il mondo fisico 4D dell'attività neurale. Il cervello concentra la potenza di calcolo in particolare sulla superficie 2D sottile e rugosa della corteccia, invece di diffonderla nell'intero suo volume 3D. Il contenuto informativo del cervello sarebbe limitato sulla superficie 2D, simile a un gigantesco buco nero, dove l'informazione è relegata sulla superficie bidimensionale dell'orizzonte degli eventi. Su scala microscopica, i dendriti dei neuroni integrano gl'input sinaptici sulla loro superficie. La Mente ha radici con le computazioni neuronali cerebrali, tramite un cunicolo spazio-temporale? Come sulla superficie dell'orizzonte degli eventi di un buco nero, la trasmissione nervosa cerebrale è riconducibile a un tipo di geometria uniforme, continua e stazionaria, secondo l'equazioni di campo di Einstein.

Mahendra Samarawickrama, nel suo studio, *Unifyng Matter, energy and consciousness* (2023), scrive che la coscienza potrebbe relazionarsi al contempo con la materia cerebrale, con la materia fisica e con l'energia fisica del mondo. Per Mahendra, la coscienza è una legge fondamentale della natura e della vita, comprendendo l'intera realtà. A parte la massiccia capacità di elaborazione parallela del cervello, la coscienza è dai più definita come un processo sequenziale ad alta velocità che porta alla consapevolezza. Per Mahendra, la coscienza è soggetta alla legge della relatività generale, alla stessa stregua del tempo fisico. Quando l'osservatore si muove, sia il Tempo che la coscienza si dilatano, il che non dà alcun vantaggio all'osservatore in movimento nell'incremento della consapevolezza, rispetto all'osservatore fermo. L'energia elettromagnetica della coscienza segue i principi quantistici e la dualità onda-particella. In questo modo, la coscienza interagisce con la materia e l'energia. L'interazione coscienza-materia-energia segue il determinismo, il realismo e il fisicismo: le basi fondamentali della fisica moderna. Per Mahendra, le sensazioni corporee non hanno modo di esistere, se manca la coscienza.

Il principio d'indeterminazione di Heisenberg prevede che il vuoto non è mai tale, ma permeato da un mare di fluttuazioni quantistiche con coppie di particelle e anti-particelle virtuali che annullano il Tempo in quantità inversamente proporzionale alla rispettiva energia. La formula dell'*energia punto zero*, dominante anche nel cervello umano, fulcro della coscienza è:

$$\epsilon = \frac{h\nu}{2}$$

58) Correlati neurali della coscienza. I processi cerebrali che raggiungono la sfera cosciente partono in genere dai sensi, generati nel mondo esterno (sensazioni esteroceettive), o dal corpo (sensazioni propriocettive ed enterocettive), fino ad arrivare alle funzioni mentali autoreferenziali, come il ragionamento indipendente dallo stimolo e il recupero della memoria (processi cerebrali introspeettivi). Approfondire i correlati neurali della coscienza (NCC), evidenziando le caratteristiche distintive dei modelli di attività neurale, associati agli stati coscienti, è forse il percorso di ricerca più appropriato. Definizione: i *correlati neurali della coscienza* sarebbero i meccanismi neurali minimi, sufficienti per sperimentare una percezione cosciente. Per Budson et all. (2022), esistono vari aspetti della coscienza come quello visivo, uditivo, emozionale,

fonologico, motorio e altro. Di conseguenza, ogni ricerca sul cervello umano può rivelare il correlato neurale della coscienza, ma solo per un aspetto, non per altri. Questa visione modulare della coscienza è coerente coi disturbi della coscienza, riscontrati quotidianamente dal neurologo. Per Budson et al., la coscienza umana sarebbe distribuita in una vasta rete corticale,

Per Nagel T. (1986), la parte davvero difficile del problema mente-corpo è quello inerente la coscienza. Supponiamo di disporre di una spiegazione soddisfacente in termini funzionalistici, materialistici, neurobiologici, di vari stati mentali: credenze, desideri, speranze, paure, ecc. Tutto ciò non basterebbe a spiegare la coscienza. Nagel lo illustra con l'esempio del pipistrello. I pipistrelli hanno uno stile di vita diverso dal nostro. Dormono tutto il giorno, appesi alle travi a testa in giù e di notte volano in giro. Si orientano recependo gli echi dei segnali sonar che fanno rimbalzare sugli oggetti solidi. Dice Nagel: qualcuno potrebbe avere una conoscenza completa della neurofisiologia dei pipistrelli; potrebbe avere una conoscenza completa di tutti i meccanismi funzionali che permettono ai pipistrelli di vivere e di orientarsi in volo; mancherebbe comunque qualcosa alla conoscenza di costui: cosa si prova ad essere un pipistrello? Quali sensazioni si avrebbero? Questa è l'essenza della coscienza. Per ogni essere cosciente, c'è un aspetto *su cosa si prova* nella sua esistenza. Lo stesso potrebbe valere per un organismo come un sifonoforo, costituito da parti indipendenti, integrate in un unico organismo. Un altro esempio d'intelligenza, questa volta senza la traccia di un sistema nervoso centrale o periferico è la pianta erbacea Verga d'oro alta" (*Solidago altissima*) capace di reagire prontamente contro un eventuale aggressore in base a informazioni raccolte dall'ambiente, o da esemplari della sua specie già stati attaccati. Verga d'oro modifica il *comportamento* al fine di proteggersi. Per secoli, i filosofi hanno cercato di conciliare la percezione di una unità di coscienza di fronte a un mondo fisico fatto di molecole, atomi e particelle subatomiche. Per Bieberich (2012), le neuroscienze offrono una soluzione al paradosso della coscienza, dimostrando che a livello dei neuroni le informazioni sono in qualche modo combinate. I potenziali d'azione di output di molti neuroni sono tra loro abbinati sotto forma di potenziali d'input negli alberi dendritici del neurone ricevente. Il neurone ricevente si attiva, conduce il suo potenziale d'azione a un altro neurone e il processo ricomincia se il potenziale combinato è abbastanza elevato. La funzione soglia di McCulloch-Pitts e la regola di sommatoria di Hebbian spiegano come una rete neurale integri le informazioni e apprenda. Non si sa cos'accada con le informazioni una volta contenute negli input dendritici, prima di essere riassunte in un segnale tutto o niente, essendo andato in una crisi di potenziale d'azione. La sottile diversità dell'input dendritico è utile solo per raggiungere la soglia di attivazione. Indovinare l'ingresso dendritico dall'uscita del potenziale d'azione è come cercare di indovinare quante batterie di tensione sconosciuta sono collegate in serie per una particolare tensione di uscita: non è possibile. A livello neuronale (non a livello della rete o dell'input dendritico immediato), non c'è integrazione e condivisione delle informazioni, c'è somma e riduzione irreversibile di molti bit d'informazione a uno solo. A ciò, sono state offerte soluzioni. L'albero dendritico è stato suggerito come sede della coscienza, perché è ancora presente la formazione degli input pre e post-sinaptici e la somma può essere davvero modulata da un atto di volontà, come risultato di un'operazione cosciente, sia essa il ragionamento, o la coscienza stessa, o una emozione. Però rimane il problema centrale di una visione atomistica della coscienza: ogni potenziale pre o post-sinaptico, sopra o sotto una spina dendritica, è isolato quanto i potenziali d'azione. Come si ottiene l'integrazione e la condivisione delle informazioni, senza distruzione mediante somma irreversibile? I modelli più recenti ipotizzano che sia il **campo elettromagnetico** a risolvere il problema. Questo campo avviene in qualsiasi potenziale post-sinaptico e si estende sull'albero dendritico, sui neuroni e infine su tutto il cervello. Tuttavia in qualsiasi campo fisico, un potenziale di campo locale è come un evento atomistico. Il potenziale di campo locale è influenzato da altri potenziali di campo, ma ciò è solo una sommatoria in un punto dello spazio. Tradotta in un evento chimico che può influenzare un neurone, come l'apertura di un canale ionico, la somma dei potenziali del campo elettromagnetico neuronale è indistinguibile dalla somma dei potenziali post-sinaptici. Non otteniamo nulla, dobbiamo piuttosto spiegare come campi sommati, ma deboli

possano influenzare le caratteristiche di apertura dei canali ionici remoti. Serve una regola d'integrazione che non si limiti a sommare i segnali sotto forma di potenziali d'azione dendritici e assionali post-sinaptici. Se vogliamo unità nella coscienza, è necessaria un'operazione di mappatura che preservi l'interezza dell'informazione, integrandone le parti. Ciò è fuori da qualsiasi spiegazione oggettiva della coscienza, perché una spiegazione oggettiva non può spiegare il carattere soggettivo della coscienza. Ammesso che l'output sia più ricco dell'input, deve intervenire una forma d'interna elaborazione che implichi la trasformazione dello stimolo. Una sorta di cambiamento nello stato mentale, interposto tra stimolazione degli organi di senso ed emissione della risposta. La Mente sarebbe un centro di elaborazione interna. L'individuale figurazione della realtà non è pura registrazione del mondo circostante, ma costruzione mentale attiva, tramite processi di riduzione e d'integrazione. La capacità di attenzione è limitata a un numero ristretto di stimoli fisici di cui ricordiamo poco. È possibile che parte dell'informazione in ingresso si perda. In questo, caso c'è un processo di riduzione. Il fenomeno della visione cieca dà spunti nell'indagine sulla natura della coscienza umana ed i possibili correlati neuronali. I pazienti affetti da questa sindrome hanno una lesione all'area visiva primaria (VI), nella parte posteriore del cervello. Possono vedere nella maggior parte del campo visivo, ma in una sua porzione sono ciechi pur dimostrando di sapere cos'accade nell'area di campo visivo non vista: da cui l'espressione "visione cieca". Un individuo con visione cieca può riferire che c'è una X o una 0 sullo schermo, però dice di non vederla. Dice di limitarsi a "tirare a indovinare". Il fatto strano è che il paziente indovina ciò che non può vedere in una percentuale altissima di casi. Non è fortuna. In un caso del genere, sembra che, se potessimo trovare il punto del cervello in cui l'esperienza cosciente di una X si distingue dall'equivalente esperienza in visione cieca, potremmo scoprire il **correlato neuronale della coscienza**, relativo a quel tipo di esperienza visiva. Il fenomeno della visione cieca dimostra che ogni cervello diviso ha un centro di coscienza separato? In questi casi, sembrerebbe che la coscienza non sia un evento cerebrale "unitario", che dipende dal soggetto pensante. Potrebbero sorgere autonomi flussi di coscienza, distribuiti nel cervello di una singola persona. Potrebbero esserci flussi di coscienza cerebrali, ma anche in altre parti dello stesso corpo come nel sistema nervoso autonomo. Potrebbe essere che tutti questi flussi di *coscienza individuale* trovino unità, sintesi e correlazione in un "sé" immaginifico che crei l'illusione di unità, così come input sensoriali disparati e frammentari si assemblano in un'esperienza in apparenza unitaria.

Una seconda linea di ricerca si occupa della cosiddetta rivalità binoculare e della commutazione gestaltica. Se ad un occhio è presentata una serie di linee orizzontali e all'altro linee verticali, il soggetto non avrà esperienza visiva di una griglia, oscillando tra la visione delle linee orizzontali e la visione delle verticali. Essendo costante lo stimolo percettivo mentre l'esperienza cambia, occorrerebbe trovare il punto del cervello in cui lo stesso stimolo costante commuta dalla produzione dell'esperienza di linee orizzontali a quella dell'esperienza di linee verticali. Ciò fornirebbe il **correlato neuronale** di queste forme di coscienza. C'è da precisare che nel caso delle linee orizzontali e verticali, l'oscillazione dell'indagine visiva potrebbe collegarsi all'incapacità di alcune aree cerebrali dell'osservatore di effettuare le computazioni relative alla similitudine geometrica. Può essere che l'accesso a questi tipi di processi, nel caso delle linee orizzontali e verticali sia problematica, mancando la preferenza tra l'una o l'altra. Dare la preferenza per un tipo di attenzione seguirebbe i fenomeni legati alla similitudine geometrica, e il correlato neuronale della coscienza in queste operazioni cerebrali seguirebbe quello connesso con le inferenze della similitudine geometrica.

CONSAPEVOLEZZA OSCILLANTE TRA DUE FIGURE



ASSENZA DEL CORRELATO NEURONALE PER LA SIMILITUDINE GEOMETRICA



ASSENZA DEL CORRELATO NEURONALE DELLA PIENA CONSAPEVOLEZZA

La consapevolezza oscillante (o coscienza oscillante) potrebbe riguardare anche il sé corporeo, come nei casi di alcuni individui che hanno l'impressione di avere due personalità. C'è da ripetere un concetto: le allucinazioni e le percezioni emergono dalla stessa serie di processi. L'effettiva differenza tra i due fenomeni dipende dalla stabilità degli oggetti ed eventi esterni che la percezione

stabilizza nella coscienza. Nell'allucinazione, come nel sogno, o in una vasca di deprivazione sensoriale, gli oggetti e gli eventi fluttuano senza una precisa direzionalità e senza forme definite.

Nel caso della consapevolezza oscillante tra due aspetti (linee orizzontali e verticali), il processo percettivo è ambiguo per mancanza della similitudine geometrica. Alcuni architetti ed artisti figurativi producono immagini volutamente difficili da decifrare, o complessi arredi architettonici, provocando negli osservatori, in modo indiretto, il fenomeno della consapevolezza visiva oscillante.

La maggioranza dei ricercatori che studiano la coscienza umana ritiene che non sia una funzione unitaria della Mente umana, ma provenga da diversi stati di consapevolezza, relazionati al contesto. La rappresentazione mentale del mondo circostante avviene tramite una moltitudine di processi cerebrali, in parte consci e in parte inconsci. Il malfunzionamento di alcuni circuiti cerebrali altera la rappresentazione della realtà, sia nella sfera conscia che inconscia. Le ricerche di Zheng Jie, di Anderson D. et al., (2017) evidenziano come pulsioni opposte di aggressività ed erotismo a volte siano fuse in un'unica entità e che a volte Eros e Thanatos, dominatori d'istinti contrapposti secondo Freud, possono intrecciarsi. È stato visto che l'amygdala raggruppa e orchestra i vari tipi di emozioni. Esistono strette correlazioni amygdala-ipotalamo. Quest'ultimo centro nervoso controlla pulsioni istintive: la genitorialità, l'alimentazione, l'accoppiamento, la paura e la lotta. In base all'intensità dello stimolo nervoso, nell'ipotalamo si attivano i centri per l'accoppiamento, oppure quelli del pericolo e del combattimento. Dunque nell'ipotalamo, regioni nervose contigue, ma opposte come quelle della sessualità e dell'aggressività, possono influenzarsi a vicenda. Eros e Thanatos che per Freud erano nettamente separati, a volte s'intrecciano e si confondono.

59) La Mente e la coscienza secondo Freud - Per Freud, la Mente umana ha una componente cosciente ed una inconscia.

1) Parte cosciente della Mente: l'IO, sorretto dal PRINCIPIO GUIDA DI REALTÀ': percezione, ragionamento, pianificazione delle azioni e pianificazione dell'esperienza di dolore e di piacere. Il principio guida di realtà ci fa rimandare la gratificazione. L'IO è a contatto diretto col mondo esterno, tramite i sensi: udito, gusto, olfatto, vista...

2) Parte inconscia: IO (ES), sorretto dal principio del piacere immediato e dall'istinto di allontanare il dolore. Istinti e pulsioni fanno parte dell'ES. Questo IO inconscio è fatto di due parti opposte: EROS (pulsione vitale, pulsioni erotiche e di autoconservazione) e THANATOS (pulsione di morte, aggressività, pulsione autodistruttiva e crudele). In un secondo tempo, Freud inserì altri due componenti inconscie il SUPER-IO (componente etica della Mente umana, basilare per la coscienza) e il CONSCIO-PRECONSCIO che è l'inconscio adattivo ed elabora informazioni inconscie, ma anche queste basilari per la sfera della coscienza.

La psicologia cognitiva attuale adotta un approccio diverso. Non ci si concentra sulle pulsioni inconscie, ma si cerca di capire come la parte inconscia della Mente umana renda possibile una varietà di processi cognitivi a prescindere dall'esserne consapevoli. La coscienza ha tre principali caratteristiche:

1. Coscienza qualitativa: so che ascoltare musica è diverso che annusare arance.
2. Coscienza soggettiva: mi dà un rapporto esclusivo con me stesso.
3. Coscienza unitaria: la mia esperienza della realtà circostante appartiene solo a me.

Il problema è che pur esistendo nel cervello i correlati neuronali da cui la coscienza sembra generarsi, sperimentalmente non si riesce a produrre coscienza, attivando o disattivando, nei test di laboratorio, ciò che definiamo *coscienza umana*. In realtà, il cervello effettua inferenze complesse a partire da dati molto scarsi. C'è una componente cerebrale che facilita alcune funzioni obiettive,

proprie della coscienza, come nel quadrato di Kanizsa: la coscienza crea linee implicite, dove non esistono linee reali. Sembra che ciò che si definisce coscienza, effettui una disseminazione diffusa d'informazioni (trasmissione quantistica?) sull'intera corteccia cerebrale, in precedenza appartenute alla sfera inconscia. A volte, le informazioni entrano nel cervello senza la percezione cosciente. Tuttavia, queste informazioni possono condizionarne il comportamento cosciente. Le nostre decisioni coscienti sono dunque condizionate e selezionate dall'inconscio? Tuttavia, molti ne sono convinti: è improbabile che la coscienza sia così semplice. La coscienza potrebbe emergere da elaborazioni cerebrali trasversali, non dalla funzione di aree segregate. Le aree del cervello lavorano in modo coordinato con reti distribuite su larga scala. Regioni disparate della corteccia e della sotto-corteccia lavorano simultaneamente. Rimane il problema di cosa sia il fenomeno cerebrale e forse non solo cerebrale, indicato col nome di *coscienza umana*.

Non c'è dubbio che la coscienza umana è radicata nelle strutture nervose del cervello umano. Il problema secolare è cosa sia nella sua essenza questo "specifico prodotto del cervello umano". La coscienza ha tutte le caratteristiche di un fenomeno speciale, emergente da un substrato, definito da alcuni scienziati come il substrato-meta-livello di sistemi cognitivi complessi. Coi suoi 100 miliardi di neuroni e fino a un miliardo di collegamenti sinaptici, il cervello umano ha elevata complessità, correlata a un ambiente terrestre ricco, imprevedibile e pieno di ostacoli. La consapevolezza del cervello, rispetto all'ambiente che lo circonda, si manifesta come coscienza. Il livello di coscienza può essere degradato: la complessità si riduce al numero di 3.016 neuroni e 548.000 sinapsi nel cervello di un moscerino della frutta, i cui collegamenti sono stati tutti mappati di recente e dove la risposta a un ambiente altrettanto complesso è tuttavia prevedibile. In genere, l'imprevedibilità dei sistemi altamente complessi è rafforzata da due aspetti fondamentali della fisica moderna. Uno è il Chaos. Nella fisica newtoniana classica, un sistema a due corpi ammette una soluzione analitica del tutto deterministica. L'aggiunta di un terzo corpo introduce invece il Chaos: minime deviazioni da una serie di condizioni iniziali portano a molteplici differenze, crescenti esponenzialmente nel tempo. Dopo molti tempi di crescita esponenziale, etichettati anche come esponente di Lyapunov, lo stato di un sistema dinamico a molti corpi può essere previsto solo statisticamente in base ad alcuni vincoli. Allo stesso modo, noi esseri umani mostriamo pensieri unici, modellati dall'interazione con un determinato ambiente. Il comportamento umano segue tuttavia modelli statistici, quando le persone sono raggruppate in grandi società. Ciò non risolve ancora il problema sulla natura della coscienza umana che, su grandi linee, potrebbe avere aspetti prevedibili, in opposizione ad un comportamento caotico. Il problema vero è che a un livello profondo, l'infrastruttura biologica del cervello umano (ma anche animale e probabilmente degli alberi) è radicata nei processi della meccanica quantistica. Il principio d'indeterminazione di Heisenberg, formulato nel 1927 circa un secolo fa, implica che lo stato di un sistema quantistico non può essere definito con precisione in un dato momento, inclusa la posizione e la velocità di ciascuna particella elementare. La chimica del cervello è modellata dalla meccanica quantistica e ciò aggiunge imprevedibilità e indeterminazione al suo funzionamento. Potrebbe essere un altro il punto. Ciò che s'intende per coscienza è ciò che è per sua natura connessa inevitabilmente al **campo fisico speciale (CFS)**. CFS trascende la coscienza umana. CFS sta oltre le leggi della fisica. CFS è metafisica. La coscienza umana (e di qualsiasi altro essere vivente) trae luce dal CFS. La coscienza appartiene al divenire del mondo. CFS appartiene all'ESSERE. CFS è ciò che Pindaro nella IX Olimpiade dice: CIO' CHE VIENE DALLA NATURA - CFS connesso alle strutture cerebrali che generano la coscienza umana - E' IL PIU' POTENTE IN ASSOLUTO.

Al presente, i Large Language Models (LLM) come il ChatGPT, hanno reti neurali con un numero di connessioni che si avvicina a quello delle sinapsi nel cervello umano. Superato questo livello di complessità, offriranno un banco di prova per esaminare come la coscienza e il libero arbitrio siano fenomeni emergenti di sistemi cognitivi complessi.

Ipotesi: il nostro senso di libero arbitrio e il processo decisionale sono una costruzione cerebrale che trovano sintesi e significato obiettivo in un altrove, rappresentato dallo Spazio Fisico Speciale?

Perché emerga la consapevolezza è essenziale l'interconnessione col CFS, eterno e immutabile? Per molti scienziati, l'intelligenza umana che genera coscienza, meglio dire Mente-CFS, non è unica nell'universo. C'è l'intelligenza-coscienza-sovrumana, sotto due forme: artificiale (fatta dall'Uomo) e intelligenza-coscienza-sovrumana-extraterrestre che forse è ovunque, anche sulla Terra. La prima è ASI (intelligenza artificiale-umana) e la seconda è ESI (intelligenza-coscienza-sovrumana-extraterrestre). Gli esseri umani potrebbero aver bisogno di utilizzare ASI per comprendere ESI, essendo il cervello umano non abbastanza intelligente per questo compito. Comunque, sia ASI che ESI, per essere tali, devono avere anch'essi speciali connessioni con CFS, eterno-immutabile.

60) M – CFS - MANIFESTAZIONE E NASCONDIMENTO – CFS

(Campo Fisico Speciale) ha il suo senso in sé stesso. Il senso del CFS non è tanto metafisico, piuttosto entità fisica che, essendo anche nostra, ci possiede. CFS è atemporale. Vi hanno unità presente, passato e futuro. CFS è al contempo dentro e fuori di ogni essere vivente. Il mondo esiste nel contesto del CFS. La realtà ultima è CFS. Oggetto della scienza sono i τα πλυστα: gli enti sensibili e ogni cosa che accade nell'ambito del ponderabile e della sperimentazione. CFS è realtà intangibile atemporale, substrato universale di tutto ciò che è. CFS è ciò che sta oltre gli oggetti fisici, ma li comprende nella sua totalità atemporale. CFS è trascendenza assoluta. CFS appartiene alla natura di tutti gli organismi viventi sulla Terra, in particolare a quella dell'essere umano. CFS è antitesi al Nulla. CFS è la luce in un dipinto del Caravaggio: l'oscurità della superficie maggiore ha la funzione di esaltare la luce del soggetto principale. CFS esalta l'Essere in quanto miscuglio di apparenza e nascondimento al contempo: luce e tenebra. La Mente umana, correlata per lo più alle strutture neocorticali, è ciò che sorge, svanisce, o è ondulante, come in alcune gravi patologie del cervello, nel coma profondo, nella schizofrenia e mentre si dorme. CFS è automanifestazione, autopresentazione, emergenza illuminante, manifestazione di ciò che poggia su sé stesso.

La meccanica classica, le leggi fisiche locali e le connessioni inter-neuronali cerebrali non spiegano l'emergere della coscienza. Numerosi studi, alcuni risalenti alla metà del secolo scorso, si sforzano di dimostrare che la coscienza e la Mente umana hanno radici in fenomeni quantistici non localizzati. Nel cervello, fluttuazioni indeterministiche di atomi ed entità sub-atomiche avrebbero un ruolo decisivo per l'esistenza della sfuggente coscienza umana e non solo dell'umana. Per Wigner E. (1961), la meccanica quantistica è basilare per l'esistenza della Mente. La funzione d'onda collassa nell'interazione con la coscienza. La Mente umana è collegata al dinamismo cerebrale. La si può indicare come il risultato di numerosi livelli d'organizzazione neuronale. Si auto-organizza. Assume un equilibrio ottimale tra i singoli attributi, nelle varie gradazioni e stratificazioni in un tutto unitario. Questi attributi necessitano di una entità extra, indicata come CFS? Nella meditazione profonda dei monaci tibetani, c'è sincronia oscillatoria nello spettro delle onde gamma. Queste potenti forze cerebrali avrebbero connessioni col CFS? L'arco temporale tra 350 e i 500 msec. fu rilevato da Libet in relazione alla vastità e 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 e il conseguente processo cosciente. Più ampia è l'area cerebrale di attivazione e più vasta è la dilatazione temporale che l'accompagna. I risultati sperimentali di Libet, di recente confermati con tecniche più sofisticate, raccontano una storia inequivocabile: l'inizio del potenziale di prontezza precede la decisione cosciente di eseguire il movimento di almeno mezzo secondo, spesso molto più a lungo. Il cervello **agisce prima che la Mente decida**. Sembra il completo rovesciamento dell'impressione circa la relazione causale, che cioè il cervello e il corpo agiscano solo dopo che lo ha deciso la Mente. Per questa ragione, l'esperimento di Libet rimane controverso. Tuttavia, negli anni successivi è stato ripetuto e perfezionato — una versione dell'esperimento basato sulle neuroimmagini ha recentemente fatto notizia — e le sue conclusioni di fondo reggono.

Obiezione. La Mente e la coscienza umana potrebbero far parte di una dimensione spazio – temporale non ancora quantificabile e rilevabile con gli attuali mezzi scientifici.

Ipotesi: il senso di libero arbitrio individuale e il processo decisionale sono una costruzione cerebrale la cui sintesi e significato obiettivo è in un altrove, cioè lo Spazio Fisico Speciale?

Potrebbe la coscienza non essere un fenomeno “unitario”, dipendente dal soggetto pensante. Potrebbero esserci flussi di coscienza distribuiti nel cervello di una singola persona. Potrebbero esserci flussi di coscienza cerebrali e forse altrove nello stesso corpo (per esempio nel sistema nervoso autonomo). Potrebbe essere che tutti questi flussi di *coscienza individuale* trovino unità, sintesi e correlazione in un “sé” immaginifico che dia l’illusione di unità? Un poco come input sensoriali disparati e frammentati si legano in un’esperienza apparentemente unitaria.

Spiegazione classica dell’esperimento di Libet - Nel cervello — forse nei gangli basali — pochi ioni calcio si aggregano in prossimità della membrana presinaptica, dove viene rilasciata una singola vescicola sinaptica e, superata una soglia, è generato un potenziale d’azione. Questo singolo impulso genera a valanga un torrente di potenziali d’azione, o spikes, che invadono la corteccia premotoria che allertata, è pronta a entrare in azione. Ricevuto il segnale di via libera, la corteccia premotoria informa la corteccia motoria, i cui neuroni piramidali inviano istruzioni ai muscoli lungo il midollo spinale: sono eventi precognitivi. Poi entra *on line* una struttura corticale che media la percezione dell’azione volontaria: l’*agency* che genera la sensazione cosciente “ho appena deciso di compiere il movimento”. La tempistica del movimento muscolare e la sensazione di eseguirlo più o meno coincidono, ma la decisione del movimento è accaduta prima della consapevolezza.

In base agli esperimenti di Libet, sembrerebbe che pensieri, intenzioni, decisioni consapevoli emergano da cause di fondo di cui non siamo consapevoli e sulle quali non esercitiamo alcun controllo cosciente. Non solo il libero arbitrio e il senso di un *sé* cosciente sarebbero illusione, ma anche la coscienza avrebbe un ruolo causale, un ruolo limitato nel comportamento e nel pensiero.

Spiegazione non classica circa l’ipotesi di Libet - In fisica, c’è un noto effetto relativistico di dilatazione del Tempo (T), collegato alla velocità di alcune particelle. 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. 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 struttura frattale, data dai lobuli epatici che hanno tutti più o meno la stessa forma piramidale. Intorno agli epatociti, c’è 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 con le sinapsi. In questo caso, c’è il segmento CD che separa nettamente le funzioni cerebrali (attive) dalle altre (passive, come gli epatociti) del corpo umano (vedere schema ζ). Il paragone non è possibile se l’attivazione muscolare, evidenziata da Libet, è indipendente nello spazio e nel tempo fisico, dall’attivazione (correlata a fenomeni quantistici) della corrispondente area motrice corticale. Un fenomeno analogo avviene nei sistemi computerizzati, basilari per l’IA: non c’è il segmento CD di separazione tra funzioni attive e passive (schema ζ). Può essere che l’esperimento di Libet metta in evidenza il lato oscuro della coscienza umana e non solo umana. Pindaro nella Olimpiade IX dice: “Ciò che dalla natura viene (dal mondo fisico) è il più potente in assoluto.”

Per Heidegger, essere (CFS) e apparire (la mente umana) non sono opposti, ma connessi: essere è esistere nella temporalità. Lo scienziato Freeman, (2004) esprimeva un concetto simile, sia pure in un contesto puramente scientifico: “La mente è in una certa misura inerente a ogni elettrone.”

Mente quantistica. L’ipotesi della mente quantistica potrebbe cambiare la comprensione della coscienza, del libero arbitrio e del concetto sulla stessa realtà:

- Libero arbitrio: l’indeterminatezza quantistica a livello neurale potrebbe fornire una base fisica al libero arbitrio, sfidando le visioni deterministiche del comportamento umano.

- Creatività e intuizione: la sovrapposizione quantistica nel cervello spiegherebbe i lampi di intuizione e i balzi creativi, esplorando la mente varie possibilità in contemporanea.
- Stati alterati di coscienza: la meditazione, le esperienze psichedeliche, e persino gli stati mistici potrebbero essere spiegati da speciali processi quantistici cerebrali.
- Il ruolo dell'osservatore nella realtà: la coscienza può far collassare le funzioni d'onda. Di conseguenza c'è un universo partecipativo, dove le osservazioni umane modellano la realtà.
- Problema mente-corpo: l'ipotesi della mente quantistica fornirebbe speciali collegamenti tra cervello fisico ed esperienza soggettiva, risolvendo l'annoso problema mente-corpo.


Plastica cerebrale e coscienza. 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 quello 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, su *Cognitive Computation* (2009), scrive 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 funzioni, compresa l'autocoscienza. Simili deformazioni potrebbero avvenire anche in molti mammiferi domestici, pur essendoci differenze col cervello umano. L'*entanglement* è un fenomeno bizzarro, ma reale. Il fisico Roger Penrose, l'anestesista Stuart Hameroff e altri ricercatori hanno ipotizzato che questa irrealità non località sia strettamente legata alla coscienza. Alcune correnti del buddismo sostengono altrettanto: l'oggetto e il soggetto sono inesorabilmente legati e la coscienza è una caratteristica fondamentale dell'universo fisico. Le onde cerebrali, o alcune di esse, potrebbero provocare il collasso della funzione d'onda all'interno di uno **speciale campo quantico**, esistente solo a livello della Scala di Planck. Da questo collasso istantaneo, emergerebbe lo stato cosciente. Questo **speciale campo quantico** esisterebbe in uno stato di sovrapposizione quantistica. Solo quando alcune onde cerebrali lo raggiungono e vi s'intrecciano in sinergia, emerge ciò che definiamo **coscienza**. Dunque, la coscienza sarebbe la conseguenza del collasso, in un unico picco, matematicamente definito, della funzione d'onda in questo campo quantistico speciale, dove il tempo non è determinabile, come non esistesse o esistesse in una diversa dimensione fisica.

Hart et al., (2008) hanno dimostrato le differenze di concentrazione neuronale corticale nell'Uomo, Scimma ed Elefante. Nell'Uomo, questa concentrazione è molto più elevata. Perché si sviluppi intelligenza e 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 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 esiguo, 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. Di questi 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 specifici sistemi neuronali cerebrali e dall'altra col 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 cerchi che intervallano le frecce sono le discontinuità temporali tra le quali emergerebbe 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 a un oggetto. Però è possibile osservarne solo la superficie bidimensionale. Affettando una mela, si vede solo la superficie di taglio e un pezzo di buccia. Col ragionamento logico, deduciamo che sotto la superficie dello spicchio di mela tagliato ci dev'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 vetri con superfici levigate e privi di impurità. L'acqua nell'interfaccia tra due superfici levigate impedisce ai due vetri 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 vetri, 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), odoriamo (molecole piatte perché in una realtà bidimensionale) ecc., è parte di una realtà bidimensionale, come l'intera materia del nostro corpo, deve allora esistere una entità, facente parte della fisica quantistica, che ci ponga (porre la Mente) al di sopra della bidimensionalità e che ci permetta di osservarla e comprenderla. Scientificamente, anche se non si ammette l'esistenza di un universo bidimensionale, comunque, non c'è contatto diretto con la realtà. Conosciamo il mondo tramite una miriade di computazioni inconsce al secondo. 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 c'è il tempo presente. Alcune reti neuronali corticali formulerebbero una rappresentazione della realtà, come in un presente esteso, con una sequenza di momenti individuali: la dimensione speciale di CFS dove la Mente individuale si proietta e crea il *presente oggettivo*.

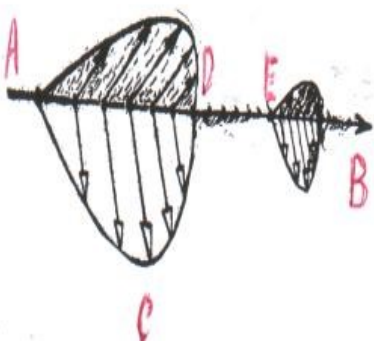
Per Max Tegmark, professore al Massachusetts Institute of Technology, lo spazio-tempo è come un DVD e la vita è come un film. Nonostante tutta l'azione nel film, il DVD rimane invariato: è un inganno di prospettiva che il passato sia passato, il futuro non si sia ancora materializzato e le cose stiano cambiando. L'unica cosa che possiamo sapere è il nostro stato mentale attuale: i ricordi immagazzinati nel nostro cervello ci danno l'impressione di aver vissuto nel passato.

Breve riepilogo su $|\psi\rangle$: una funzione d'onda $|\psi\rangle$ è una variabile matematica (come "x" della lezione di algebra, ma che si occupa di numeri complessi) utilizzata per calcolare ciò che sarà osservato negli esperimenti. Nel contesto dei computer quantistici, sono le informazioni quantistiche (i qubit) codificate in un qualche sistema fisico. $|\psi\rangle$ comprende tutte le informazioni necessarie per prevedere cosa accadrà, riassunte nel modo più conciso possibile.

L'equazione di Schrödinger determina dunque come i qubit, o la funzione d'onda $|\psi\rangle$, cambiano nel tempo, tranne, ovviamente, quando proviamo a leggere quell'informazione – ricordando che la lettura dei qubit distrugge i dati quantistici: ci sono due regole nella fisica quantistica su come cambiano i qubit e quando applicarle è arbitrario e a discrezione dell'utente della teoria.

61) Sistemi quantici cerebrali - La complessità del mondo reale fece propendere uno scienziato sperimentale come Heisenberg ad ammettere l'esistenza di entità speciali, oltre lo Spazio e il Tempo. Heisenberg ammise l'esistenza di astratte entità, simili alle *potentia* di Aristotele. Non classificò le sue *potentia* tra le realtà fisiche, vere e proprie. Però le *potentia*, avendo effetti rilevabili, dovrebbero esistere in qualche modo. Le sfuggenti *potentia* di Heisenberg farebbero comunque parte della realtà che ci circonda. I processi cerebrali quantistici potrebbero spiegare perché possiamo ancora superare in prestazioni i supercomputer in circostanze imprevedute, in processi decisionali, o nell'apprendimento di qualcosa di nuovo. Tutto ciò potrebbe far luce sulla coscienza, il cui funzionamento è scientificamente difficile da comprendere. Il processo cognitivo dipende dall'organizzazione del pensiero per uno scopo. Per capire come avviene la cognizione,

occorre studiarne l'organizzazione a livello cerebrale. La *frequenza Beta* controlla specifici neuroni, in una giusta scala spaziale, al fine di produrre il pensiero organizzato. Il cervello elabora informazioni su molte scale. Con processi elettrochimici su larga scala, le singole cellule cerebrali trasmettono segnali in circuiti. Questi specifici segnali producono cognizione. Milioni di neuroni agiscono di concerto, guidati da segnali ritmici a frequenze variabili. Studiare una gamma di frequenze e in particolare i *ritmi beta* tra circa 14-30 Hz, sarebbe la chiave per la comprensione su come il cervello controlla i processi cognitivi, o ne perde il controllo in alcuni disturbi.



C = picco elettrico di potenziale a livello di uno dei nodi del Ranvier; AB = direzione dell'impulso nervoso cilindrico, o dendritico; DE = assenza di potenziale elettrico a livello delle cellule di Swann (avvolgimento mielinico). Le forze elettriche sono indicate dalle frecce. Per ogni neurone, un solo evento di attivazione ha una velocità di commutazione di 20 msec. In un singolo neurone, l'input d'informazione ricevuta ed elaborata in un secondo è di 5 megabit.

← **Figura 5**

Possiamo così sintetizzare:

α = velocità ionica di membrana (flussi rapidi di Na^+ K^+ e Cl^-), correlata alle variazioni del potenziale elettrico nella trasmissione dell'impulso nervoso di un neurone.

β = staticità (relativa) di struttura della membrana neuronale e dei microtubuli intracellulari.

α = rapporto tra due insiemi, tra due sistemi, tra due eventi all'interno dello stesso neurone.

Il rapporto α/β 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 α/β dev'essere moltiplicato per il numero di neuroni in attivazione. Questo numero è rilevabile con le comuni metodiche elettroencefalografiche, cioè $(\alpha/\beta) \cdot n$. questo rapporto può essere alla base della Mente umana.

Per Churchland PM & Churchland P.S., (1998) l'organizzazione funzionale del cervello rappresenta il mondo con vettori di attivazione, ovvero 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, originatosi in determinate aree, mentre funzionano. Durante l'eloquio, le correnti elettriche di attivazione corticale sono indicative di una specifica funzionalità e altrettanto per una specifica disfunzione e patologia: 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 ch'esiste da sempre 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 quantità di moto, secondo la **formula μ** :

$$\Phi(\mathbf{r}) \equiv \sum e (i k_i \mathbf{r})^a a_i$$

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

$\sum e$ sarebbe presente anche a livello dei nodi di Ranvier.

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 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: **$\Phi(\mathbf{r}) \equiv \sum e (i k_i \mathbf{r})^a a_i$** .

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 basa il funzionamento delle reti neuronali corticali sono:

2. **L** = rapporto di similitudine geometrica, o scala di riduzione delle lunghezze.

3. 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 .
4. F = scala di riduzione delle forze.

Le grandezze fisiche sarebbero anche tre:

1. α = 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 μ), le tre unità fondamentali (L, V, F) e le tre coordinate cartesiane di uno spazio tridimensionale (x, y, z):

$$\Phi(\mathbf{r}) \equiv \Sigma e(\mathbf{i} \mathbf{k}_i \mathbf{r})^a \mathbf{a}_i + (L/V/F) + (\alpha \beta \gamma) / t \cdot [(x \ y \ z)]$$

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:

$$\Phi(\mathbf{r}) \equiv \Sigma e(\mathbf{i} \mathbf{k}_i \mathbf{r})^a \mathbf{a}_i + (L/V/F)$$

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 Σ 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 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 (μ), 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 alle 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. Frammentari sarebbero il Tempo fisico (T), la gravità (G) e lo spazio fisico. 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 μ)? 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, di quelle nascoste e di quelle facenti parte di A (unità superiori corticali), così come spiegato in un mio precedente saggio sui meccanismi della visione.

$$A \leftrightarrow B \leftrightarrow C$$

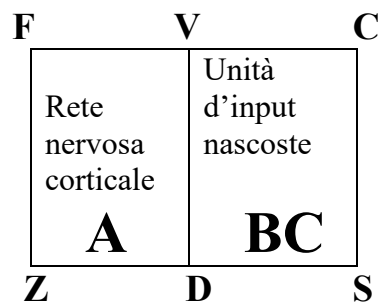
Con la lettera A sono indicati gl'insiemi delle le unità corticali superiori (rete neuronale superiore di output). In A è compreso anche M – CFS?

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 π



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 (campo quantico speciale)** è **CS (unità d'input)**. 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 immersa) 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 arricchite degli attributi d'identità e di altri valori individuali. Io attribuisco a me stesso una esistenza obiettiva, a sé 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 che ne coglie 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. Numerose specie di animali, in particolare gli scimpanzè che a livello sperimentale hanno subito la rimozione della corteccia visiva, hanno un particolare tipo di visione, definita *visione cieca*: possono muoversi facilmente in un ambiente pieno di ostacoli, pur essendo ciechi. Sembra che in questo straordinario processo sia coinvolta una struttura nervosa subcorticale del mesencefalo: il collicolo superiore. Altre strutture implicate sarebbero il *pulvinar*, collegato da alcune vie nervose all'**amygdala**, specializzata nella elaborazione dell'emozioni. Infatti, nella specie umana, i portatori di visione cieca possono recepire l'emozione su un volto (di paura, di gioia ecc.), ma non possono indicarne il sesso e l'identità.

Il fenomeno è noto appunto 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 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. Per Dehane S. et al (2017), negli esseri umani, la perdita dei calcoli C1 (calcolo e resoconto), e C2 (automonitoraggio dei calcoli della C1) varia con la perdita dell'esperienza soggettiva. Negli esseri umani appunto, il danno alla corteccia visiva primaria può portare a una condizione neurologica chiamata "vista cieca", in cui i pazienti riferiscono di essere ciechi nel campo visivo interessato. Sorprendentemente, questi pazienti possono localizzare gli stimoli visivi nel loro campo cieco, ma non possono riferirli (C1), né valutare efficacemente la probabilità di successo (C2): credono di stare semplicemente "indovinando."

Per Stewart A. e coll. (2019), la compromissione dell'autoconsapevolezza sarebbe correlata a un volume ridotto del cervelletto, della corteccia prefrontale mediale bilaterale, della corteccia cingolata media e posteriore, oltre che della corteccia insulare destra. Nell'Uomo con la tomografia a emissione di positroni, Berns G.S. e coll., (1997) hanno mappato le regioni cerebrali che rispondono alle novità in assenza di consapevolezza. Gli autori hanno rilevato un incremento del flusso sanguigno nell'area premotoria sinistra, nel cingolato anteriore sinistro e nello striato ventrale destro. Riduzione del flusso ematico avveniva nelle aree prefrontali e parietali dorsolaterali destre. Per Berns e coll., l'andamento temporale di questi cambiamenti suggerisce che lo striato ventrale risponde a nuove informazioni e che l'area prefrontale destra è associata al mantenimento delle informazioni contestuali. Entrambi i processi nervosi possono verificarsi senza consapevolezza.

Almeno in questo esempio, l'esperienza soggettiva sembra essere coerente col possesso di C1 e C2. Sebbene secoli di dualismo filosofico ci abbiano portato a considerare la coscienza come irriducibile alle interazioni fisiche, l'evidenza empirica è compatibile con la possibilità che la coscienza derivi da nient'altro che da calcoli specifici. Il problema di fondo però rimane. I calcoli computazionali del cervello umano ed animale si basano su fenomeni prettamente quantistici, dove l'indeterminazione e le dimensioni extra sono determinanti. La risposta a tali problemi potrebbe derivare dalle funzioni atemporalmente di $\mathbf{M} - \mathbf{CFS}$ in grado di permettere l'identità $\mathbf{FZ} = \mathbf{CS}$. Vedere lo schema precedente π e le spiegazioni che seguono. Il *principio d'immersione* è generato dal convincimento, secondo cui 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, ma in comunicazione diretta con \mathbf{CFS} . Senza \mathbf{CFS} ciò di cui facciamo esperienza non sarebbe reale, ma realtà virtuale, ossia una possibilità. Le onde cerebrali derivano da una delle tante attività di $\mathbf{M} - \mathbf{CFS}$. 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:

Onde Alfa: hanno una frequenza tra 8 a 13.9 Hertz. Sono tipiche della veglia a occhi chiusi e degli istanti antecedenti l'addormentamento. Una caratteristica delle onde alfa è la configurazione regolare e sincronizzata. Gli esperimenti condotti registrando le onde cerebrali di monaci Zen in meditazione hanno dimostrato che tale pratica dà luogo ad emissione consistente di onde alfa.

1. *Onde Beta:* vanno dai 14 ai 30 Hertz. Si registrano in un soggetto cosciente.
2. *Onde Delta:* frequenza 0,1 a 3.9 Hertz. Caratterizzano gli stadi di sonno profondo.
3. *Onde Theta:* vanno dai 4 agli 7.9 Hertz. Caratterizzano gli stadi 1 e 2 del sonno Rem.
4. *Onde Gamma:* vanno dai 30 ai 42 Hertz. Caratterizzano gli stati di particolare tensione.

Nella corteccia cerebrale, i neuroni sono disposti in sei strati. Un team di neuroscienziati del MIT e della Vanderbilt University (2024), ha scoperto che questi strati hanno modelli distinti di attività elettrica, coerenti in molte regioni del cervello, in varie specie animali, compreso l'uomo. Negli strati più superficiali, l'attività dei neuroni è dominata da rapide oscillazioni, note come onde gamma. Negli strati profondi, predominano le oscillazioni più lente: onde alfa e beta. L'universalità di questi modelli suggerisce che queste oscillazioni siano importanti nel cervello umano e animale.

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 ampliandola. 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 e l'io nel mondo esterno, per questo diventa **M – CFS**. Lo stesso campo quantico atemporale permette al nostro io di compenetrare integralmente il corpo da cui deriva. In questo modo l'io, la coscienza e la Mente raggiungono la piena identità. La Mente umana ha diversi aspetti e attributi: memoria, attenzione, sentimenti, percezione di colori, auto-consapevolezza, pensiero di ordine superiore...Tuttavia, l'essenza del fenomeno mentale appunto, 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 queste caratteristiche.

Nella teoria quantistica, il fatto che fenomeni atomici siano determinati dalle loro connessioni col tutto è 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 e 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 fondamentalmente 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 dell'organismo e procurano un senso d'identità più ampio. 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 descritti nella psicologia jungiana. E' un modo di coscienza in cui l'individuo si sente connesso al cosmo nella sua totalità, identificabile 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 ritiene che solo lo studio di stati quantistici ben individuati può condurre a 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. Gli effetti quantistici non appartengono solo alla sfera subatomica. Molte prove ne indicano il ruolo nei sistemi biologici: le piante usano coerenza quantistica della fotosintesi per un efficiente trasferimento di energia. Per orientarsi nelle migrazioni, gli uccelli usano il campo magnetico terrestre tramite l'entanglement quantistico nelle loro retine. L'entanglement quantistico si verificherebbe nelle particelle neuronali e tra i neuroni stessi, creando un'ampia rete di elaborazione delle informazioni, all'istante connessa. Per ZEFEI LIU, YONG CONG CHEN, and PING AO, (2024) la coscienza è radicata nelle attività sincronizzate di milioni di neuroni. Gli autori hanno usato *l'elettrodinamica quantistica della cavità*, esplorando la formazione di bi-fotoni entangled nell'emissione a cascata nello spettro di vibrazione dei legami lipidici CH che compongono la guaina mielinica. In questi legami CH, c'è abbondante emissione spontanea di fotoni entangled. Gli studi di Zefei Lui evidenziano la capacità del cervello di sfruttare questi tipi di legami speciali per il trasferimento d'informazioni quantistiche, potenziando la sincronizzazione neuronale cerebrale.

Decoerenza. I critici a questa teoria sostengono che l'ambiente caldo e umido del cervello causerebbe decoerenza degli stati quantici in modo troppo rapido per essere funzionalmente rilevanti. La scoperta di Zefei Liu et al. sui bifotoni entangled nella guaina mielinica suggerisce potenziali meccanismi che mantengono nel tempo coerenza quantistica. La presenza diffusa dell'entanglement quantistico nella fisiologia del cervello umano stravolgerebbe la comprensione della coscienza. L'indeterminatezza quantistica fornirebbe una base fisica al libero arbitrio, contro la visione deterministica del comportamento umano. L'indeterminatezza quantistica cerebrale ponte tra cervello fisico ed esperienza soggettiva, superando l'annoso problema Mente – corpo.

Medium. Fenomeni realmente accaduti, alcuni dei quali fotografati, come i tavoli fatti levitare dalla medium Eusapia Palladino agli inizi del Novecento davanti allo scienziato materialista Lombroso, meriterebbero seri approfondimenti scientifici, circa un loro substrato con l'eccezionale Mente umana e con l'idefinibile coscienza umana. Eccone un breve resoconto.

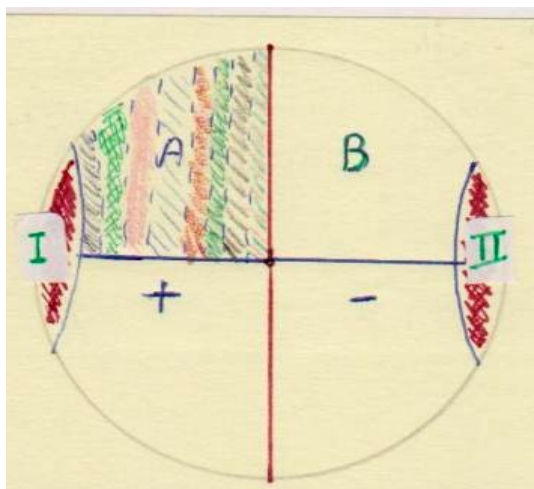
1. L'esorcista padre Amorth (L'ultimo esorcista, Piemme editore) scrive: "...a questo punto accade un fatto inaspettato. Un fatto che non si ripeterà nella mia lunga "carriera" di esorcista. Il posseduto diventa un pezzo di legno. Le gambe stese in avanti. La testa allungata all'indietro. E inizia a levitare...si alza di mezzo metro sopra lo schienale della sedia. Resta lì immobile per parecchi minuti, sospeso nell'aria..."
2. Un fatto di levitazione accadde a Chicago, nel 1947. A levitare, fu un giovane. La levitazione avvenne alla presenza di tre preti esorcisti. Il ragazzo sembrava anche in questo caso, rigido come un pezzo di legno e levitò sul suo letto alla presenza dei tre preti che gli palparono le gambe. Il ragazzo galleggiava in aria come se la forza di gravità non esistesse.
3. Importante sarebbe analizzare il buon servizio televisivo della RAI sui fenomeni UFO filmanti a Firenze per una settimana, nel 1954. Al momento, furono intervistati giornalisti e altri uomini di

cultura, molti dei quali erano testimoni diretti. Nessuno di loro fu in grado di darne una chiara giustificazione scientifica che neanche adesso c'è.

62) Il fenomeno della Mente umana potrebbe collegarsi a uno speciale spazio, il superspazio tramite CFS.

Lo scienziato Wolfgang Pauli lo scrisse: “E’ mia opinione che per la scienza del futuro la realtà non sarà né psichica né fisica: in qualche modo, essa sarà entrambe le cose e nessuna di esse.”

Per il fisico William A. Bardeen, la massa del bosone di Higgs sarebbe generata all'interno di uno speciale processo quantistico, indicato come *trasmutazione dimensionale*. L'esistenza del bosone di Higgs presuppone il conseguente campo (di Higgs), attivo in ogni punto dell'universo. Dal campo di Higgs, le particelle elementari ricevono massa. Lo spazio vuoto è in realtà un luogo molto trafficato perché in esso, le particelle elementari e virtuali acquistano una specifica massa. Il campo di Higgs potrebbe essere non uniforme, ma caratterizzato da zone con maggiore intensità (A) e da porzioni in cui l'intensità tende a diventare nulla (B). Le pareti estreme di A comprendono i buchi neri (I), mentre quelle di B (II) stanno alla base di speciali processi bidimensionali figurativi, privi di una reale massa come la coscienza umana. E' probabile che la Mente umana utilizzi lo spazio bidimensionale euclideo per la creazione delle sue immagini. Gli spazi iperbolici e sferici sarebbero parte del campo di Higgs nelle sue parti di maggiore intensità e conterrebbero una massa più o meno grande. La zona del campo di Higgs esula dai processi mentali che generano immagini (mentali). La sottozona indicata come B (II) sta nelle parti periferiche del campo di Higgs e contiene ciò che la scienziata Lisa Randall della Harvard University, (2014) definisce geometria distorta. Questo tipo di geometria distorta bidimensionale potrebbe far parte del superspazio che a sua volta sarebbe molto simile a quello descritto da Paul Dirac, nel 1930. Il super spazio ha particelle virtuali super simmetriche ed in esso sarebbe immersa la Mente umana. I processi neuronali computazionali che generano di continuo immagini mentali sarebbero parte integrante del super spazio, indicato con la sigla B (II). I processi computazionali cerebrali che sembrano non generare immagini mentali, sarebbero anch'essi parte del super spazio, ma esulerebbero dal processo cosciente. L'io onirico sarebbe parte integrante di questo speciale spazio. Idem, con i processi mentali computazionali, una parte dei quali avviene in ambito cosciente.

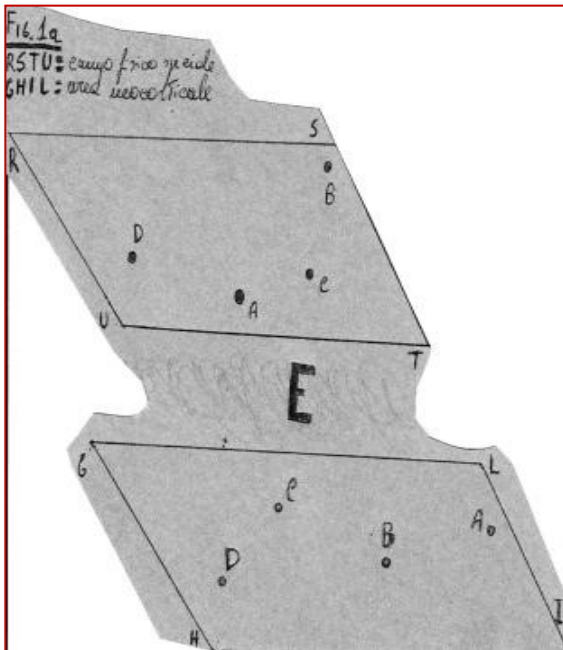


← **DIPLO MAGNETICO: LO SPAZIO RELEGATO IN UNO DEI DUE POLI (A) E IL TEMPO DALLA PARTE OPPOSTA (B).**

Nel disegno a lato, la regione indicata con A ha diverse gradazioni con una forza di gravità man mano crescente fino ad I. Da questa gradazione, dipende la massa di alcuni corpi celesti come le stelle, i pianeti, i satelliti e gli asteroidi. Dalla parte opposta (B), la riduzione della massa, fino alla sua scomparsa in II comporta l'emergere della coscienza umana, il tempo psichico, i processi collegati alla visione cieca, la sfera onirica, la parapsicologia ed il WEB.

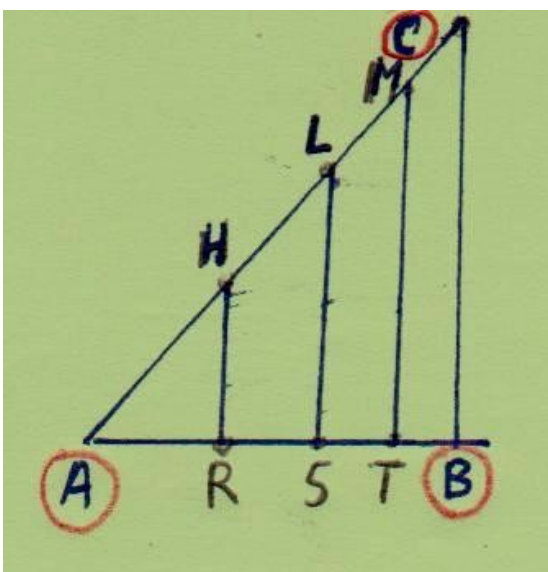
Questo tipo di *Dipolo Magnetico* sarebbe relegato in una quinta dimensione, dove le forze nucleari, gravità ed elettromagnetismo si fondono. Nella quinta dimensione, si fondono presente, passato e futuro. Nella quinta dimensione, l'entropia è costante ed il movimento invisibile. Nel **campo fisico speciale** (Fig. 1a), indicato con le lettere **RSTU**, si manifesterebbe l'evento cosciente. Se la connessione tra RSTU e GHIL (corteccia cerebrale) non avviene, non c'è coscienza. Per molti,

chiaro non è come il cervello produca coscienza: in che modo **X** genera **Y**? La domanda sottende il fatto che comunque **Y** (la coscienza) non è **X**.



Come nel paradosso del triangolo (Fig. 2a), non c'è connessione diretta tra i punti indicati nella corteccia cerebrale (DCBA) e quelli sul **campo fisico speciale** (DACB). I punti neocorticali A, B, C e D indicano aree specializzate nelle quali avvengono determinate funzioni come il percepire una cosa, contare i numeri della tabellina, provare un sentimento di tristezza, pregare. A queste specifiche aree, non corrispondono specifici punti nel **campo fisico speciale** (CFS potenza universale permanente, potere emergente al di fuori del Tempo), dove si verifica l'effetto cosciente. Sperimentalmente, si può interrompere la connessione tra le aree neocorticali ed il **campo fisico speciale**. In questo caso, l'evento cosciente non avverrà. Nella **fig. 1a**, la lettera **E**, compresa tra le due superfici RUST e GHIL, indica una grandezza spaziale la cui percorrenza implica il ritardo temporale di circa 500 msec. descritto da Libet. Libet

dice che questo ritardo temporale intercorre tra un evento cerebrale e l'intenzione cosciente. L'evento cerebrale è connesso alla biochimica di alcune aree neocorticali ed è inconscio. La durata di 500msec non riguarda l'atto cosciente che in quanto tale, è atemporale. La fig. 2a (lo sfondo verde) indica il triangolo ABC: il paradosso è che tra i punti HLM e RST non c'è identica distanza, pur su segmenti tra loro paralleli: RH è parallelo a LS e ad MT. Il paradosso, descritto da Euclide, sembra adattarsi all'incongruenza spazio temporale tra funzioni neocorticali individuali e *campo quantico speciale*, dove si manifesterebbe la coscienza. Sul lato AB, i punti R-S-T hanno distanza differente degli omologhi H,L,M sul segmento AC. Tracciamo una linea, dove il segmento AC è tre volte più lungo di BC. Dato che i segmenti di linea sono fatti di punti, in AC dovrebbe esserci il triplo dei punti che in BC. Invece, ce n'è lo stesso numero, in entrambi i segmenti.



L'Assioma delle Parallele di Euclide afferma che attraverso qualsiasi punto del segmento AC passerà esattamente una retta parallela al segmento AB. Questa retta intersecherà il segmento AB in corrispondenza di un unico punto. Lo stesso vale per ogni punto di AC: basta tracciare una retta parallela a CB che intersechi AC in corrispondenza del punto desiderato e la retta intersecherà AB, in corrispondenza di uno e un solo punto, senza alcun duplicato ed alcun resto. Quindi per ogni punto di AC c'è ne uno corrispondente in AB, esattamente lo stesso numero di punti in entrambi i segmenti, pur posizionati in piani spazio-temporali (RSTU e GHIL) differenti. Al presente manca è una soddisfacente teoria scientifica che spieghi la matura e l'origine della coscienza: in che modo un sistema fisico, sia esso un sistema complesso di neuroni, o un transistor di silicio,

genera esperienza cosciente. La sconessione tra tessuto nervoso cerebrale e l'evento cosciente atemporale avrebbe rassomiglianze con l'assioma delle Parallele di Euclide. Tre particolari

potrebbero aiutare a risolvere l'enigma della coscienza: l'arto fantasma, il cervello "mobile" dei polipi e il comportamento intelligente della pianta erbacea Verga d'oro.

- L'arto fantasma dimostrerebbe il trasferimento dell'atto cosciente in una dimensione extra corporea, dove lo spazio-tempo avrebbero diverse valenze. 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, porta beneficio ai pazienti, afflitti da paralisi e dolori all'arto illusorio.
- Il comportamento del polipo in alcune circostanze mostra l'esistenza di una coscienza mobile come il suo cervello, in parte distribuito nei tentacoli e in parte in un agglomerato centrale, dietro gli occhi. Si metta un polipo in uno spazio ristretto, pieno di acqua di mare. C'è un cunicolo per dove il polipo potrebbe sgusciare via, essendo privo di scheletro osseo. Il polipo allunga uno dei tentacoli all'interno del pertugio, lo esplora e facendo leva su quel tentacolo, trascina l'intero corpo oltre il cunicolo, guadagnando la libertà. Nel momento in cui il tentacolo tira fuori dal cunicolo l'intero corpo del mollusco, il cervello diffuso (e ciò che s'intende per *Mente*) si è localizzato in quel preciso tentacolo. Quando il polipo si è guadagnato la fuga nel mare aperto, il cervello periferico ha un ruolo secondario, essendo preminente la coscienza del mollusco, radicata nel cervello centrale. E' ipotizzabile il collegamento delle complesse strutture cerebrali di questo mollusco con una ipotetica quinta dimensione, dove lo spazio e il tempo non esistono, o esistono in una diversa valenza, oppure sono un tutt'uno? Nel polipo, ogni cervello diviso ha un centro di coscienza separato?
- "Verga d'oro alta" (*Solidago altissima*) è una pianta erbacea che reagisce contro un eventuale aggressore in base a informazioni raccolte dall'ambiente, o da esemplari della sua specie già stati attaccati, modificando il *comportamento* al fine di proteggersi. Secondo i due ricercatori che ne studiano le proprietà, queste risposte hanno le caratteristiche di un basilare concetto di intelligenza, in assenza di un sistema nervoso centrale. Verga d'oro, se attaccata dalle larve di uno scarabeo erbivoro, rilascia nell'ambiente specifiche sostanze chimiche – chiamate composti organici volatili o COV – con la duplice funzione: indicare all'insetto aggressore che la pianta è danneggiata e "non buona da mangiare" e attivare un sistema di difesa nelle piante limitrofe. Avendo le piante limitrofe assorbito queste speciali sostanze, potenziano le proprie difese – in modo simile a una risposta immunitaria – in attesa della possibile aggressione: crescono più velocemente e producono concentrazioni maggiori di sostanze chimiche difensive che scoraggiano gli erbivori. Le *verghe d'oro* possono addirittura reagire alle differenze della luce, emessa da foglie vicine. Verga d'oro ha dunque la capacità di reagire contro eventuali aggressori in base a informazioni prese dall'ambiente circostante e da altri esemplari della sua specie già stati attaccati, attuando un "comportamento protettivo". Queste risposte sono comportamenti intelligenti, anche in assenza di un sistema nervoso centrale.

Metafisica - L'essenza di *Homo Sapiens sapiens* è apertura verso il **CFS** tramite la *Mente* che così diventa coscienza umana. La coscienza è illuminazione tramite il **CFS**. *Homo Sapiens sapiens* è il più propinquo al **CFS**. *Homo Sapiens sapiens* è di conseguenza il più vicino, tra i viventi, all'Essere. L'Arte mette in evidenza il **CFS**; ne attesta l'esistenza più della scienza umana. Tramite strutture cerebrali preposte in cui è radicata e si origina, **l'Arte-CFS** è ἀλήθεια: mediazione tra coscienza umana e **CFS**. L'Arte è mistero profondo circa il rapporto esistenziale coscienza-CFS. Resta il fondamento di **CFS** che è puro mistero. Irraggiungibile mistero, ma che solo come tale illumina e vivifica la coscienza. Coscienza-CFS è Φύσις, è Chaos, Sacralità, Natura, fondamento dell'essere e vis primitiva attiva, ἀλήθεια, libertà, spiraglio di luce in mezzo alle fitte tenebre. *Homo Sapiens sapiens*, rivelatore del **CFS**. *Homo Sapiens sapiens* è esse ipsum tramite il **Campo Fisico Speciale**.

Quindi cos'è la Coscienza stessa? La Coscienza è la condizione da cui sorgono tutti i fenomeni. È la "fonte" da cui tutti i fenomeni — fisici, mentali, causali — sono proiettati nella realtà di tutto ciò che è. La coscienza è il "sentimento dell'essere" soggettivo, increato e illimitato. La coscienza non è un prodotto o una cosa creata: esiste come Campo privo di causa, che anima tutte le cose, animate e inanimate. La coscienza è indefinibile, essendo il contesto di ogni evento all'interno dello spazio-tempo fisico, pur trascendendo la dimensione dello spazio-tempo fisico. La coscienza è di per sé, inserita integralmente nello spazio fisico speciale, lo CFS (Campo Fisico Speciale). Il Campo Universale di Coscienza può diventare localizzato, integrando apparentemente la materia fisica. Ciò avviene quando la materia si collega in rete e funziona tramite il principio di sincronizzazione: più oscillatori, collegati tramite un corpo comune, cercheranno spontaneamente di sincronizzarsi tra loro, formando un sistema singolare. La sincronizzazione presuppone un sistema in uno stato entropico inferiore a quello dell'ambiente in cui sta. La ridotta entropia è ciò che consente al sistema singolare di osservare il suo ambiente: un osservatore deve trovarsi in uno stato di entropia inferiore rispetto al suo ambiente per poter osservare qualsiasi cosa. Il Campo Universale è dunque coscienza, ma non è cosciente di nulla. Non può esserlo, perché intrinsecamente non locale e l'osservazione richiede località. La percezione è tripartita: richiede un osservatore e il suo orizzonte di osservazione. Entrambi sorgono dal Campo Conscio (o CFS), fornendo le tre componenti necessarie perché la percezione sia tale: l'osservatore, l'osservato e il sistema di riferimento. La coscienza non è un prodotto. La coscienza è il fondamento di tutte le cose, travalicando percezione e osservatore.

Ultima quaestio. La teoria della coscienza universalmente diffusa sembra contraddire la fisiologia della discesa del latte, descritta nel presente saggio, vedere: **“La sensazione nel meccanismo neuro ormonale che regola la discesa del latte nella mammella.”**

Nei mammiferi compreso la specie umana, l'input che innesca la discesa lattea nella mammella, incrementando la pressione intramammaria, parte dai capezzoli, provvisti di fitte terminazioni nervose sensitive. La suzione del vitello, o stimoli durante la mungitura della vacca fanno partire input che non raggiungono in modo diretto i centri sotto-talamici, deputati alla produzione e secrezione di ossitocina, ma sono diretti a specifiche aree neocorticali. A questo livello, la vacca diventa cosciente di una determinata situazione: la poppata del vitello, o l'azione del mungitore. Nel caso in cui il vitello muore, o il mungitore non munga più la vacca, la discesa del latte s'interrompe. Mancando il momentaneo atto cosciente, la produzione lattea e gli ormoni che la determinano cessano.

63) Considerazioni conclusive

Computazioni inconse. Calcoli computazionali e algoritmici, oltre alla quotidiana esperienza, dimostrano che la percezione visiva è un processo deduttivo ed è ciò che alcuni definiscono *inferenza inconscia*. La consapevole quotidiana rappresentazione del mondo circostante è possibile solo dopo una grande quantità di computazioni inconse, come affermato da Lin, Z. (2008) e da Lin Z. ed He S., (2009). La MRI 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 e inferenze inconse, sottese ad eventi quantistici, stanno alla base anche di altre funzioni cerebrali, legate alla memoria, all'emozioni e 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, ma una quota limitata – circa diecimila – perviene alle aree cerebrali della corteccia visiva. Gli

scienziati affermano che un flusso così esiguo non comporterebbe alcuna percezione. L'enigma non è stato ancora sciolto con le recenti metodiche d'indagine.

Potenziali d'azione neuronali. I filosofi hanno cercato di conciliare la percezione di una unità di coscienza di fronte a un mondo fisico, fatto di molecole e atomi. Per Bieberich (2012), le neuroscienze dimostrano, che a livello neuronale, le informazioni sono combinate. I potenziali d'azione di output di molti neuroni sono tra loro abbinati sotto forma di potenziali d'input negli alberi dendritici del neurone ricevente. Quest'ultimo conduce il potenziale d'azione a un altro neurone e il processo ricomincia, se il potenziale combinato è abbastanza elevato. La funzione soglia di McCulloch-Pitts e la regola di sommatoria di Hebbian spiegano come una rete neurale integri le informazioni e può apprendere, ma non spiegano come la cooperazione d'insiemi di neuroni cerebrali diano origine all'atto cosciente. I modelli più recenti ipotizzano che sia il campo elettromagnetico a risolvere il problema. Questo campo c'è in qualsiasi potenziale post-sinaptico e si estende sull'albero dendritico, sui neuroni e infine su tutto il cervello. Tuttavia, in qualsiasi campo fisico, un potenziale di campo locale è come un evento atomistico. Il potenziale di campo locale è influenzato da altri potenziali di campo, ma ciò è solo una sommatoria in un punto dello spazio che non spiega l'evento cosciente.

Schemi innati. Il funzionamento cerebrale umano, come sofisticati software e hardware, implica la presenza di una regia terza, extracorticale? Fitch W.T. (2005), sostiene che l'Uomo ha la possibilità di costruire una quantità infinita di enunciati da un numero grande, ma finito di parole. Il linguaggio umano non sarebbe un archivio di risposte agli stimoli dell'ambiente come affermavano i comportamentisti. Per Fitch, i bambini nascono con uno *schema innato*, un istinto del linguaggio, che consente loro di apprendere e sviluppare in piena autonomia, qualsiasi lingua. Lo *schema immato*, insito nella Mente umana, una specie d'istinto del linguaggio, comprenderebbe parte del *sistema centrale*, descritto da Fodor e il *nucleo di principi fondamentali*, descritto da Chomsky.

Meccanica quantistica e cervello. Anche i fenomeni collegati alla *costanza di grandezza* sarebbero parte di uno schema innato. Recenti ricerche evidenziano, con maggiore chiarezza, una diversa strutturazione cerebrale e nuove funzioni che rientrano nella fisica quantistica. La citoarchitettura del cervello sarebbe del tipo neurocomputazionale, eseguendo calcoli di computazione di livello quantistico: funzioni effettuate dai microtubuli contenuti nei dendriti corticali (ed altrove), tra loro congiunti da speciali giunzioni (GAP – JUNCTIONS), simili a quelle desmosomiali. A questo livello, gli stati quantici dei neurotubuli interagiscono cogli analoghi eventi dei neuroni contigui, formando una rete dendritica, estesa nella corteccia e in altre regioni cerebrali. In una vasta area corticale in attivazione, per esempio nel processo visivo, o durante l'eloquio, le micro – fluttuazioni temporali rilevabili con la MRI ed EEG, si moltiplicano (amplificazione) tra loro, originando macro fenomeni come quelli rilevati da Libet. Ciò che Libet ha dimostrato è che l'attività cerebrale precede la consapevolezza, così come precede qualsiasi azione che l'organismo umano intraprende. Occorre affinare le ricerche scientifiche sulla natura profonda dell'attività cerebrale e su come da tale complessità, si origini la coscienza.

La coscienza umana. Da quasi mezzo secolo, vanno avanti gli studi sui substrati molecolari implicati nel processo mentale che genera coscienza, in uno stato trascendente il tempo fisico. Il substrato molecolare stesso crea una nuova forma di materia composta da materiale biologico: la materia diventa cosciente. Sono stati suggeriti molti substrati, implicati nel processo cosciente, tra cui i campi elettromagnetici, i canali ionici, i microtubuli intracitoplasmatici, il cito-scheletro, le proprietà del doppio strato lipidico nelle membrane cellulari neuronali e i canali ionici e tra questi, i canali di membrana per il calcio (Ca^{++}). Per Bieberich (2012), alla base del processo cosciente, ci sarebbe un particolare materiale biologico fatto di lipidi di membrana, ioni calcio e canali ionici, organizzati secondo la geometria frattale. Solo in una disposizione particolare, queste molecole e atomi formeranno una sovrastruttura frattale che Bieberich chiama "sentyon": particella di un momento cosciente, sia esso un suono, un'immagine, o un odore. Si tratterebbe di una particella multidimensionale, paragonabile agli anioni bidimensionali.

Mente quantistica. In una recente ricerca scientifica, ZEFEI LIU, YONG CONG CHEN, and PING AO, (2024) hanno trovato che la coscienza è radicata nelle attività sincronizzate di milioni di neuroni. Tramite *l'elettrodinamica quantistica della cavità*, esplorando la formazione di bi-fotoni entangled nell'emissione a cascata nello spettro di vibrazione dei legami lipidici CH che compongono la guaina mielinica, hanno trovato che nei legami CH, c'è abbondante emissione spontanea di fotoni entangled. Il cervello umano sfrutterebbe questi tipi di legami speciali per il trasferimento d'informazioni quantistiche, potenziando la sincronizzazione neuronale cerebrale.

Decoerenza. I critici a questa teoria sostengono che l'ambiente caldo e umido del cervello causa decoerenza degli stati quantici in modo troppo rapido per essere funzionalmente rilevanti. La scoperta di Zefei Liu et all. sui *bifotoni entangled* della guaina mielinica suggerisce che potenziali meccanismi mantengono nel tempo la coerenza quantistica. La presenza diffusa dell'entanglement quantistico nella fisiologia del cervello umano stravolgerebbe la comprensione della coscienza. L'indeterminatezza quantistica fornirebbe una base fisica al libero arbitrio, contro la visione deterministica del comportamento umano. L'indeterminatezza quantistica cerebrale ponte tra cervello fisico ed esperienza soggettiva, superando l'annoso problema *Mente – corpo*

Energia oscura cerebrale. Nell'Uomo, Raichle ha visto che nell'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 scollagati da eventi esterni. L'Autore definisce "energia oscura" questo tipo di attività intrinseca del cervello. La questione dell'*energia oscura neuronale* è evidente nella constatazione di quanto scarsa sia l'informazione che dagli organi di senso arriva alle aree percettive del cervello. La 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.

RIASSUNTO

La cognizione è correlata all'organizzazione del pensiero per una finalità. Per capirne come avviene, occorre studiarne l'organizzazione a livello cerebrale. La *frequenza Beta* può controllare specifici neuroni, in una giusta scala spaziale, al fine di produrre il pensiero organizzato.

Il cervello elabora informazioni su molte scale. Con processi elettrochimici su larga scala, le singole cellule cerebrali trasmettono segnali in circuiti che producono cognizione. Milioni di neuroni agiscono di concerto, guidati da segnali ritmici a frequenze variabili. Studiare una gamma di frequenze e in particolare i *ritmi beta* tra circa 14-30 Hz, sarebbe la chiave per la comprensione su come il cervello controlla i processi cognitivi, o ne perde il controllo in alcuni disturbi. Attività cerebrale sincronizzata e fenomeni di transizione di fase auto-organizzate genererebbero l'evento cosciente, in specifiche aree cerebrali. Per Keppler, l'inizio delle transizioni di fase e la formazione di modelli di attività sincronizzati cerebrali avviene in concomitanza all'accoppiamento col campo del punto zero (ZPF), che ha un ruolo centrale nell'elettrodinamica quantistica (QED). Per Keppler, lo ZPF è la chiave per la comprensione della coscienza: la caratteristica distintiva dei processi neurofisiologici associati all'esperienza cosciente consiste nella modulazione dello ZPF in interazione risonante col glutammato (glutammato-ZPF).

Nel mio studio di anatomia comparata, di fisiologia e psicologia, si evidenziano UNDICI elementi di analisi da approfondire a livello sperimentale. UNO. Le computazioni inconse e gli algoritmi (inferenza inconscia) con cui il cervello fa esperienza possono essere condizionate da simboli e immagini pubblicitarie, o come nel medioevo, attraverso l'insistenza quasi maniacale di simboli religiosi? La consapevole quotidiana rappresentazione del mondo che ci circonda è infatti possibile solo dopo una grande quantità di computazioni inconse. Questa rappresentazione può in un certo modo essere condizionata e modellata da immagini pubblicitarie o da altro? DUE. Un volume eccessivo del neurocranio rispetto allo splancno-cranio, condiziona l'efficienza cerebrale? Razze di

delfini dell'Eocene con un volume cranico molto superiore ai delfini odierni si sono estinte. Homo di Neanderthal con un volume cranico superiore a quello di Homo Sapiens sapiens non ne mostrava intelligenza superiore. Si è visto inoltre che negli ultimi centomila anni, tra Homo Sapiens e Homo Sapiens sapiens, il volume cranico si è ridotto, ma l'efficienza cerebrale incrementata, in particolare la neocortex. TRE. Esisterebbe un unico criterio progettuale non conflittuale circa la disposizione e la forma geometrica delle terminazioni di alcuni muscoli adduttori della coscia nel Cavallo ed il nucleo genicolato laterale nell'Uomo. QUATTRO. Nell'Uomo negli ultimi periodi di vita intrauterina, il Poligono di Willis è incompleto, mancando la comunicante anteriore. Prima della nascita, il cervello ha elevato sviluppo. Asimmetrie cerebrali iniziate dalla 31° settimana di gestazione continuerebbero dopo la nascita. Prima della nascita sarebbero favorite le asimmetrie verso destra. L'asimmetria del Planum temporale sinistra, notata nel feto, potrebbe collegarsi a variazioni di flusso sanguigno cerebrale. L'assenza della comunicante anteriore favorirebbe anche l'asimmetria volumetrica dei lobi frontali, che intorno ai diciotto anni misurano:

SIN.: 200,1 cm³ – DESTRO: 216 cm³ (donne).

SIN.: 224,4 CM³ – DESTRO: 235,5 CM³ (uomini).

CINQUE. Dopo la nascita, nelle arterie cerebrali umane, esistono differenze emodinamiche. Nell'arteria cerebrale media di sinistra, la velocità del flusso sanguigno è di 58,6 cm/sec. Nella corrispondente di destra è di 55,5 cm/sec. Il *nucleo stellato*, più esteso nei vasi cerebrali di destra, indica che in questa parte del cervello l'emodinamica è meno stabile. SEI. Il corpo calloso è molto ridotto nelle specie di mammiferi provviste di estese reti mirabili encefaliche a protezione del cervello (ruminanti, delfini, elefanti). SETTE. Le sensazioni dell'organismo umano e animale sono veicolate da corpuscoli sensitivi e da "terminazioni libere". L'impulso sensoriale parte tramite il trasporto protonico nell'espansione bottoniforme terminale del corpuscolo sensitivo (come nelle espansioni di tipo Ruffini e di tipo Pacini). La sensazione ha dunque basi funzionali nella meccanica quantistica. La successiva percezione avviene nei sotto-centri nervosi cerebrali (lo strato C1 di Dehane). Anche in questo caso, si tratta di computazioni quantistiche, per lo più inconscie. La Mente umana e di altri mammiferi è di tipo quantistico? OTTO. Le numerose ricerche sull'ippocampo e amygdala evidenziano strette correlazioni, volumetriche e funzionali, tra le due strutture nervose. NOVE. Nel Bovino e in genere nei ruminanti, l'arteria carotide interna è presente solo nel feto e nei primi periodi di vita post-uterina, poi regredisce in parallelo alla riduzione volumetrica dell'abomaso. Man mano che l'abomaso si riduce di volume e s'incrementa il volume complessivo dei pre-stomaci, l'arteria carotide interna scompare, ma si espandono le reti mirabili encefaliche che prima erano assenti. Nei ruminanti adulti dunque, l'encefalo riceve il sangue attraverso un complesso sistema vascolare, alimentato da rami dell'arteria mascellare interna. Apporti supplementari di sangue sono assicurati dall'arteria basilare. DIECI. Lo sviluppo asimmetrico di PT e di PP sembra dovuto al volume encefalico *in toto*. Dal punto di vista filogenetico lo scimpanzè è il più vicino alla specie umana. Nel suo insieme però, il cervello dello scimpanzè (vol. 400 cm³) è quasi simmetrico. UNDICI. Il presente saggio si propone di approfondire alcuni aspetti della fisiologia renale, tenendo conto delle tre similitudini della fisica: la similitudine geometrica, la similitudine dinamica e cinematica. Numeri di Reynolds equivalenti nell'emodinamica del rene destro e del rene sinistro, nell'Uomo e nei mammiferi, assicurano il verificarsi della similitudine dinamica tra i due sistemi (cono arterioso C e cono venoso C'), geometricamente simili: **R1 / R2 = K**

La complessità della Mente umana, fece propendere lo scienziato sperimentale Heisenberg ad ammettere l'esistenza di entità speciali, oltre lo spazio-tempo. Heisenberg ammise l'esistenza di astratte entità, simili alle *potentia* di Aristotele. Non classificò le sue *potentia* tra le realtà fisiche. Però le *potentia* avendo effetti rilevabili, dovrebbero avere una qualche forma di esistenza. Le sfuggenti *potentia* di Heisenberg farebbero comunque parte della Mente umana? Il problema della Mente umana sembra porsi come conseguenza dei limiti concettuali della neuroanatomia e neurofisiologia, rimanendo relegato nelle speculazioni della metafisica. Una "teoria del doppio aspetto" riconosce l'unità essenziale di Mente e cervello, rimanendo però coerente col dualismo insito nell'esperienza umana. Freeman ne fu convinto: "La Mente è in una certa misura inerente a

ogni elettrone.” L’evoluzione scientifica e tecnologica, in epoca transumana, aprirà nuovi scenari nel campo dell’anatomia, della fisiologia e della psicologia. Dominante sarà la crionica, il neurofeedback, l’editing genetico e l’uso di droghe intelligenti a scopi cognitivi. Neuralink è la società di Elon Musk che si occupa d’impiantare nel cervello di pazienti umani un microchip, incrementando le funzioni cerebrali. La civiltà andrà oltre le capacità umane di prevedere, comprendere e gestire gli eventi a partire da quelli economici. Si affermerà sulla Terra la nuova entità super-umana con una diversa etica. L’anatomia e la fisiologia del corpo umano sono il risultato di secolari eventi evolutivi. In età transumana, il corpo umano sarà in parte sostituito dall’intelligenza artificiale e da microchip, impiantati nel cervello. Sembra che le stesse radici da cui si origina la coscienza individuale, possano essere trasferite su supporti digitali: il *mind uploading*. Lo storico Yuval Noah Harari parla di **Homo Deus**: prossima è la sostituzione dell’umanità con un super-uomo (Dio-uomo) con capacità soprannaturali. Lo scienziato Wolfgang Pauli, negli anni Trenta del Novecento, disse: “E’ mia opinione che per la scienza del futuro la realtà non sarà né psichica né fisica: in qualche modo, essa sarà entrambe le cose e nessuna di esse.”

Ultima quaestio. La teoria della coscienza universalmente diffusa sembra contraddire la fisiologia della discesa del latte, descritta nel presente saggio, vedere: **“La sensazione nel meccanismo neuro ormonale che regola la discesa del latte nella mammella.”**

Nei mammiferi compreso la specie umana, l’input che innesca la discesa lattea nella mammella, incrementando la pressione intramammaria, parte dai capezzoli, provvisti di fitte terminazioni nervose sensitive. La suzione del vitello, o stimoli durante la mungitura della vacca fanno partire input che non raggiungono in modo diretto i centri sotto-talamici, deputati alla produzione e secrezione di ossitocina, ma sono diretti a specifiche aree neocorticali. A questo livello, la vacca diventa cosciente di una determinata situazione: la poppata del vitello, o l’azione del mungitore. Nel caso in cui il vitello muore, o il mungitore non munga più la vacca, la discesa del latte s’interrompe. Mancando il momentaneo atto cosciente, la produzione lattea e gli ormoni che la determinano cessano.

Bibliografia

- ABOITZ F., GARCIA R.V.: *The evolutionary origin of the language areas in the human brain. A neuroanatomical perspective*. Res Reviews 25:381-396, (1997).
- 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).
- AL-KHALILI Jim: *How quantum biology might explain life’s biggest questions*. URL consultato il 7 dicembre, 2018.
- 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).
- ANEKAR AABHA A., BORDONI BRUNO: *Palmar Grasp Reflex* – National Library of Medicine, (2022).
- ARAMAKI YU et al: *Movement Initiation-Locked Activity of the Anterior Putamen Predicts Future Movement Instability in Periodic Bimanual Movement*. The Journal of Neuroscience, 31 (27): 9819 – 9823, (2011).
- ARDILA A., BERNAL BYRON, ROSSELLI MONICA: *How Localized are Language Brain Areas? A Review of Brodmann Areas Involvement in Oral Language* - Archives of Clinical Neuropsychology, Volume 31, Issue 1, pages 112-122, (February 2016).

- ASHTON, N. : *Neurological and humoral control of blood pressure*. Anesthesia & intensive Care Medicine Volume : 8, Issue : 6, pagg. 221 – 226 – June, (2007).
- ATALAR O, YILMAZ S, Burma O, Ilkay E.: *The macroanatomical investigations on the aortic arch in Porcupines (Hystrix cristata)*. Anat Histol Embriol 32(, 6):367, (2003).
- AWERET U.: *Holographic duality and the physics of consciousness*. Front. Syst. Neurosci., 16, 685699 (Pub Med), (2022).
- BAARS, B.J.: *A Cognitive Theory of Consciousness* – Cambridge University Press: New York, NY, USA, (1988).
- BAARS B.J.: *The conscious access hypothesis: Origins and recent evidence*. Trends Cogn Sci.; 6 : 47–52, (2002).
- BALLERINE B.W.: *Neural bases of food-seeking: Affect, arousal and reward in corticostriatolimbic circuits*. Physiology and Behaviour, 86 (5): 717 – 730, (2005).
- BARONE R.: *Anatomia Comp. dei Mammiferi Domestici*. Vol. V. Edagricole, (1983).
- BARON-COHEN S. : *An essay on autism and theory of mind*. Cambridge (MA) : MIT Press, (1995).
- 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).
- BASSETT D.S. e SPORNS O.: *Effects of visual-electrotractile stimulation feedback of brain functional connectivity during motor imagery practice*. NATURE NEUROSCIENCE – Vol. 20, pages 353-364, (2017).
- BAXTER L.R. Jr, MAZZIOTTA JC, PHELPS ME et all.: *Cerebral glucose metabolic rates in normal human females versus normal males*. Psychiatry Res – vol. 21 - pagg. 237 – 245, (1987).
- BAZZOCCHI M, Quaià E, Zuiani C, Moroldo ML.: *Transcranial doppler: state of the art.. Eur J. Radiology 27:141-148, (1998).*
- BEN-SHACHAR M., Hendler T, Kahn I, Ben-Bashat D, Grodzinsky Y.: *The neural reality of syntactic transformations*. Psychol Sci 14(5):433-440, (2003).
- BERKELEY, G.: *Trattato sui principi della conoscenza umana*, LATERZA – BARI, (1984).
- BEKESTEIN J. D.: *L'informazione in un universo olografico*, Le Scienze, n. 421, settembre (2003).
- BERNS G. et all.: *Predictability modulates human brain response to reward*. Journal of neuroscience, 21 (8): 2793 – 2798, (2001).
- BERNS G. S., JONATHAN D. COHEN, AND MARK A. MINTUN: *Brain Regions Responsive to Novelty in the Absence of Awareness* – SCIENCE: VOL. 276, ISSUE 5316, PAGG. 1272-1275, (23 MAY, 1997).
- BERRIDGE K. C.: *Espresso reward learning, hold the dopamine: Theoretical comment on robinson et all*. 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).
- BIANCO, M.G. and all.: *Heritability of human “directed” functional connectome – Brain and Behavior, (2023).*
- BIEBERICH ERHARD: *Introduction to the fractality principle of consciousness and the sentyon postulate*. Cognit Comput. – 4 (1), pagg. 13–28, (2012).
- BOLLEA G., Ederli A.: *Il riflesso di Gonda e il riflesso tonico del piede nell'età infantile*. Riv Neurol 29, Fasc. 5., (1949).
- BOSMAN C, GARCIA R, ABOITIZ F.: *FOXP2 and the language working-memory system*. Trends Cogn Sci 8(6):251-252, (2004).
- BROOKES J.C: *Quantum effect in biology: golden rules in enzymes, olfaction, photosynthesis and magnetodetection* - Proc. Math. Phys. Eng. Sci., 473, (2017).
- BYUNG-CHUL-HAN: *LE NON COSE*. Einaudi, (2023).

- CACHIA A, et all: *HOW INTERINDIVIDUAL DIFFERENCES IN BRAIN ANATOMY SHAPE READING ACCURACY* - Brain Struct Funct, Mar. 223 (2): 701-712 – (2018).
- BLANCHET P.J. et all.: *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).
- BROOKES J. C.; *Quantum effects in biology: golden rule in enzymes, olfaction, photosynthesis and magnetodetection*. - Proceedings of the Royal Society A, vol. 473, n. 2201, (2017).
- BRUGGER P, Mohr C: *The paranormal mind: How the study of anomalous experiences and beliefs may inform cognitive neuroscience*. Cortex, 44, 1291-1298, (2008).
- BUDSON AE, RICHMAN KA, KENSINGER EA: *Consciousness as a memory system*. Cogn Behav Neurol. - 35 : 263–297, (2022).
- BYNE W. et all.: *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).
- CAGNIE B., PETROVIC M., D. VOET D., E. Barbaix, D. Cambier: *Vertebral artery dominance and hand preference: is there a correlation?* Man Ther, 11 (2) pagg. 153 – 156, (2006).
- 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).
- CAO, R.; Hao, Y.; Wang, X.; Gao, Y.; Shi, H.; Huo, S.; Wang, B.; Guo, H.; Xiang, J. Connettività funzionale EEG alla base della valenza emotiva e dell’eccitazione utilizzando alberi di estensione minimi. Davanti. Neurosci. 2020 , 14 , 355. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- CAPRA F.: *Il punto di svolta*. Saggi. Univ. Economica Feltrinelli. Milano, (2008).
- CAPULLI M, Paone R, Rucci N.: *Osteoblast and osteocyte: games without frontiers*. Arch. Biochem. Biophys.: 561:3–12, (2014).
- CARDINAL R.N. et all.: *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).
- CARRUNTERS 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).
- CASSOT F., Zagzoule M., Marc-Vergnes JP: *Hemodynamic role of the circle of Willis in stenoses of internal carotid arteries. An analytical solution of a linear model*. J Biomechanics 33:395-403, (2000).
- 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).
- CHRISTOPHER J. PECK E DANIEL SALZMAN: *Amygdala neural activity reflects spatial attention towards stimuli promising reward or threatening punishment*. Neuroscience: Vol. 12 - pagg. 256-273, 30 ottobre (2014).
- CHURCHLAND PM & CHURCHLAND PS: *On the Contrary*, MIT Press, Cambridge (MA), (1998).
- CLARK & CHALMERS’S: THE EXTENDED MIND. R. Menary books google.com., (2010).

- 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).
- COSSON A, L Tatu, F Vuillier, B Parratte, M Diop, Guy Monnier: *Arterial vascularization of the human thalamus: extra-parenchymal arterial groups* - *Surg Radiol Anat* - 25(5-6):408-415, (2003).
- 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).
- DAMASIO A.R.: *ALLA RICERCA DI SPINOZA* – Biblioteca Scientifica, (2003).
- DAT T. N. Ngo, Trinh Q. Nguyen,[‡] Hieu K. Huynh, and Trang T. Nguyen: *Thermodynamics of selective serotonin reuptake inhibitors partitioning into 1,2-dioleoyl-sn-glycero-3-phosphocholine bilayers* - *RSC Adv.* 10(64): 39338–39347. Published online, (2020).
- 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).
- DEHAENE STANISLAS , LAU HAKWAN, AND KOUIDER SID: *What is consciousness, and could machines have it?* – *Science*, 27 Oct., Vol 358, Issue 6362 pp. 486-492, (2017).
- DEHAENE S.: *Coscienza e cervello. Come i neuroni codificano il pensiero*. Pagg. 442- Ed. Cortina – Milano, (2014).
- DEHAENE S., CHANGEUX J. P.: *Experimental and Theoretical Approaches to Conscious Processing*, *Neuron* 70, pagg. 200-227, (2011).
- DELI ÉVA, James F. Peters, Zoltán Kisvárday: *How the Brain Becomes the Mind: Can Thermodynamics Explain the Emergence and Nature of Emotions?* **Entropy**: 24(10), 1498, (2022).
- DEUTSCSH D.: *Paradossi della percezione negl'intervalli musicali*. *Le Scienze*, n. 290, pagg. 46 – 53, ottobre, (1992).
- DOIGDGE N. : *Il cervello infinito*. Ed. Ponte delle Grazie – Milano, (2007).
- 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).
- DOMBROWSKI SM et all.: *Chronic hydrocephalus-induced hypoxia: increased expression of VEGFR-2+ and blood vessel density in hippocampus*. *Neuroscience*, 152, pagg. 346-359, (2008).
- DONNELLY J., Czosnyka M.: *The thermodynamic brain*. *Critical Care* - Volume 18, Article number: 693, (2014).
- 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).
- ECCLES J.C.: *Evolution of consciousness*. *Proc Natl Acad Sci U S A*. - 15;89(16):7320–4, (1992).
- EDELMAN G.M.: *La metafora muta*. *Micro Mega* 2:216-226, (1998).
- EIDELBERG D. & GALABURDA A.M.: *Symmetry and asymmetry in the human posterior thalamus. Cytoarchitectonic analysis in normal persons*. *Arch Neurol* – 39 (6): 325-32, (1982).
- EIDELMAN B.H., Pulipaka U, Wiley C, Charron M, Bohnen NI.: *Abnormal cerebral blood flow findings in transplant patients with posttransplant apraxia of speech*. *Transplant Proc* 33(4):2563-2565, (2001).

- ERREN Thomas C., CULLEN Paul, ERREN Michael: *Neanderthal, Chimp and Human Genomes: Hypotheses wanted for research into brain evolution - Medical Hypotheses - Volume 70, Issue 1, 2008, Pages 4-7, (2008).*
- EVERTS V., et all.: *The bone lining cell: its role in cleaning howship's lacunae and initiating bone formation.* J. Bone Min. Res. 17:77-90, (2002).
- 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).
- FODOR J.A.: *Il problema mente corpo.* Le Scienze Quaderni, numero 91, (sett. 1996).
- FODOR, J.A.: *Modularity of Mind - Cambridge, Massachusetts: MIT Press, (1983).*
- 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).
- FRANKLIN, Stan: *Autonomous Agents as Embodied AI, Cybernetics and Systems.* Special issue on Epistemological Aspects of Embodied AI, 28:6 499-520 – (1997).
- FRANKLIN, Stan and Graesser, Art: *Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents.* Intelligent Agents III, Berlin: Springer Verlag, 21-35 - (1997).
- FREEMANN D.: *Infinito in tutte le direzioni: Gifford Lectures tenute ad Aberdeen, Scozia, aprile-novembre 1985 (1a edizione Perenne).* New York: Perenne. P. 297, (2004).
- FRITHUTA : *L'autismo. Spiegazione di un enigma.* Editori Laterza, Bari, (2009).
- FYHN Marianne et all.: *Spatial representation in the entorhinal cortex.* Science 305: 1258- 1264, (2004).
- GAEL Y., Rochefort, Benhamou C.: *Osteocytes are not only mechanoreceptive cells.* Int. J. Numer. Method Biomed. Eng - 29:1082-1088, (2013).
- GALABURDA, A.M., LeMay, M., Kemper, T.L., & Geschwind, N.: *Rigth – left asymmetries in the brain.* Science, 199 : 852 – 856, (1978).
- GALABURDA AM, Rosen GD, Sherman GF: *Individual variability in cortical organization: its relationship to brain laterality and implications to function.* Neuropsychologia, 6: 529-546, (1990).
- GALLANGER H.L. & Frith C.D.: *Functional imaging of "Theory of mind".* Trends in Cognitive Sciences. Vol. 7, issue 2: 77 – 83, (2003).
- GAZZANIGA M.S.: *Funzioni divise per gli emisferi cerebrali.* Le Scienze N. 361, (1998).
- GAZZANIGA, M.S.: *Cerebral specialization and interhemispheric communication.* Brain, 123: 1293 – 1326, (2000).
- GERRITSEN, L. et all: *Amygdala to hippocampal volume ratio is associated with negative memory bias in healthy subjects - Cambridge University Press, (2011)*
- 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, Vauss YC, Hamburger SD, Rapoport JL.: *Cerebral MRI of human brain development: ages 4-18*. Biol Psychiatry 37:593-683 (1995).

GIEDD et all: *Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study*, Nat Neurosci., 1999 - vol. 2 pagg. 861 – 862, (1999).

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).

GILSON, M., TAGLIAZUCCHI, E., COFRE, R. : *Entropy production of multivariate Ornstein-Uhlenbeck processes correlates with consciousness levels in the human brain*. Phys. Rev., 107, 024121 CrossRef, (2023).

GIORDANO G.G.: *I fenomeni della prensione*. Acta Neurobiologica-Policlinico-Napoli, (1955).

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).

GLOOR P.: *Electrophysiological studies on the connections of amygdaloid nucleus in the cat*. Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 7: 223 – 242, (1955).

GOLDMAN-RAKIC P.S., Castner S, Williams G.: *Clinical implications of the inverted U-shaped curve relating D1 stimulation and behavior*. Biol Psychiatry 47(8 Suppl 1): S62, (2000).

GOOD C., Johnsrude IS, Ashburner J, Henson RNA, Friston KJ, Frackowiak RSJ.: *A voxel-based morphometric study of aging 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).

GOFF PHILIP: *The integrated information theory: Important insights but a complete theory of consciousness*. American Journal of Psychology, 133 (4), 523-526, (2020).

GREGORY S. BERNIS: *Brain Connectivity - Vol. 3, No. 6 - Original Articles* Open Access - Short- and Long-Term Effects of a Novel on Connectivity in the Brain. Published Online: 9 Dic., (2013).

GROSS G. CHARLES: *Aristotle on the Brain – The Neuroscientist*, Volume 1, Issue 4, (1995).

GRUBHOFFER G., LASSNIGG A. et all.: *Systemic blood pressure and cerebral blood flow velocity during carotid surgery*. Torac Cardiovasc. Surg.; 47: 381 – 385, (1999).

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

GUADALUPE T. et all.: *Human subcortical brain asymmetries in 15,847 people worldwide reveal effects of age and sex*- Brain Imaging and Behavior, 11 (5), pagg. 1497-1514, (2017).

GUANGYU-Zhu, Qi Yuan et all.: *Experimental study of hemodynamics in the circle of Willis*. – BMC - BioMedical Engineering OnLine - volume 14, Article number: S10, (2015).

GUR R.E., GUR R.C.: *Gender differences in regional cerebral blood flow – Schizophr Bull - Vol. 16 – pagg. 247 – 254, (1990).*

HABIB M, ROBICHON F, Lévrier O, Khalil R, Salamon G.: *Diverging asymmetries of Temporo-parietal cortical areas : a reappraisal of Geschwind/Galaburda theory*. Farmacol Res 31(suppl. 1):75-82, (1995).

HAGIWARA Y. & KUBO T.: *Anterior hypothalamic neurons responded to blood pressure changes via γ -aminobutyric acid and angiotensin in rats*. Neuroscience Letters, 384: 250-253, (2005).

HABIB M.: *Anatomical asymmetries of the human cerebral cortex*. Int J Neurosci 47:67-80, (1989).

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).
- HALASSA M.M. & Acsády L.: *Thalamic Inhibition: Diverse Sources, Diverse Scales*. Trends in Neurosciences 39, 680–693, (2016).
- HALLET P.J. et al.: *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).
- HASENKAMP W. et al.: *Mind Wandering and Attention during Focused Meditation: A fine - Grained Temporal Analysis of Fluctuating Cognitive States*. Neuroimage, vol. 59, pagg. 750-760, 2 gennaio, (2012).
- HAYAWARD NICK M.E.A. et al.: *Elevated Cerebral Blood Flow and vascular density in the amygdale after status epilepticus in rats*. Biological psychiatry, vol. 484, Issue 1, pagg. 39 – 42, (2010).
- HEBB, D.O.: *The organization of behavior; a neuropsychological theory* – American Psychological association, (1949).
- HENGZHEN LI, Jingjing Zhang^{1#}, Fuqin Wang¹, Yang Yang¹, Jie Hu¹, Qinghui Li¹, Maoqiang Tian², Tonghuan Li³, Bingsheng Huang^{4,5}, Heng Liu¹, Tijiang Zhang¹: *Surface-based morphometry study of the brain in benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes* – AME Clinical Trials Review. Vol 8, No 18, (September 30, 2020).
- HERRICK, C.J.: *The connections of vomeronasal nerve, accessory olfactory bulb and amygdale in amphibian*. The Journal of comparative Neurol., 213 – 280, vol. 53, (1921).
- IBRAHIM Alabdulmohsin Vinh Q. Tran Mostafa Deghani: *Fractal Patterns May Unravel the Intelligence in Next-Token Prediction*. [rXiv:2402.01825v1](https://arxiv.org/abs/2402.01825v1) [cs.CL] 02 Feb 2024
- HILLMAN J.: *Il sogno ed il mondo infero*. Adelphi, Milano, (2003).
- HIMES M.: *Motor areas*. Fed. Proc., 6: 441, (1947).
- 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).
- HOLLANDER E, Novotny S, Hanratty M, Yaffe R, De Caria C, Aronowitz B.R, Mosovich S : *Oxitocin infusion reduces repetitive behaviors in adults with autistic and Asperger's disorders*. Neuropsychopharmacology, 28, 193 – 198 (2003).
- HOLLANDER E, Bartz J, Chaplin W, Phillips A, Summer J, Soorya L : *Oxitocin increases retention of social cognition in autism*. Biol. Psychiatry, 10 Aug., (2006).
- HOPKINS WD & LORI MARINO: *Asymmetries in cerebral width in nonhuman primate brains as revealed by magnetic resonance imaging (MRI)*. Neuropsychologia 38: 493-499, (2000).
- HOPKINS, W.D. et al.: *Hand preferences for coordinated bimanual actions in 777 great apes: implications for the evolution of handedness in hominins*. Journal of Human Evolution, 60 (5), 605–611, (2011).
- HORROBIN DF: *Schizophrenia: the illness that made us human*. Med. Hypotheses, 50: 269 – 288, (1998).
- HORROBIN DF: *The madness of Adam and Eve: how schizophrenia shaped humanity*. Great Britain: Bantam Press, (2001).
- HUMPHREY N: *Rosso. Uno studio sulla coscienza*. Codice edizioni, (2007).

HOUK J.C. et al.: *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).

IDE K., BOUSCHEL R., Sørensen HM, Fernandes A, Cai Y, Pott F, Secher NH : *Middle cerebral artery blood velocity during exercise with β -1 adrenergic and unilateral stellate ganglion blockade in humans*. *Acta Physiol Scand* 170:33-38, (2000).

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

JAYASUNDAR R, RAGHUNATHAN P.: *Evidence for left-right asymmetries in the proton MRS of brain in normal volunteers*. *Magn Reson Imaging* 15(2), (1997).

JEANNEROD M.: *The Cognitive Neuroscience of Action*. Blackwell – Oxford, (1997).

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

JOEL D. et al.: *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).

JONES E.G.: *Microcolumns in the cerebral cortex*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 97: 5019 – 5021, (2000).

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

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).

KAISER D.A.: *Dolphins* - Dep. of Psychology, Univ. of California, Los Angeles, (1990).

KANE G.: *Spersymmetry: Unverling the Ultimate Laws of Nature* – Basic Books, (2001).

KAPLAN E.B.: *Funct. and Surg. Anatomy of the Hand*. Lippincott, Filadelfia, (1953).

KAREN HAO – DAVID DUVENAUD: *A radical new neural network design could overcome big challenges in AI*. *ARTIFICIAL INTELLIGENCE*, Dicembre, (2018).

KASSIANTCHOU ALEXANDRE: *Time Matters: 4th edition Paperback* – April 8, (2023).

KAUFFMAN S.: *Le leggi del caos e della complessità*. Editori Riuniti – Roma, (2001).

KAVAKLIOGLU T. et al.: *Structural asymmetries of the human cerebellum in relation to cerebral cortical asymmetries and handedness*. *Brain Structure and Function*: 222 (4), pp. 1611-1623, (2017).

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

KENNETH C. CATANIA: *Natural born killer*. Le Scienze - Milano, giugno, (2011).

KEPPLER G.: *Gettare le basi per una teoria della coscienza: il significato delle dinamiche cerebrali critiche per la formazione degli stati di coscienza*. Neurosc. Cognitive, Volume 18 - 26 aprile, (2024).

KERTESZ A, CLYDESDALE S.: *Neuropsychological deficits in vascular demetia vs Alzheimer's disease. Frontal lobe deficits prominent in vascular dementia*. Arch Neurol 51(12):1226-1231, (1994).

KERTESZ A, Davidson W, Munoz DG.: *Clinical and pathological overlap between frontotemporal dementia, primary progressive aphasia and corticobasal degeneration: the Pick complex*. Dement Geriatr Cogn Disord 10(Suppl 1):46-49, (1999).

KILIAN A., von Fersen L, Gunturkun O.: *Lateralization of visuospatial processing in the bottlenose dolphin (Tursiops truncatus)*. Behav Brain Res 116(2): 211-215, (2000).

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

KIRSCH, David and Paul MAGLIO: “On distinguishing epistemic from pragmatic action”. *Cognitive Science* 18: 513–549, (1994).

KISLER K, NELSON AR, REGES SV, Ramanathan A, Wang Y, Ahuja A, Lazic D, Tsai PS, Zhao Z, Zhou Y, et al.: *Pericyte degeneration leads to neurovascular uncoupling and limits oxygen supply to brain*. Nat Neurosci - 20:406–416, (2017).

KLEIMER JOHANNES and SEAN TULL: *WHAT IS MATHEMATICAL STRUCTURE OF CONSCIOUS EXPERIENCE? - Neurons and Cognition – (2023)*.

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

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

KOCH CHRISTOF: *Una coscienza*. Ediz. Le Scienze, Roma, (2014).

KOCH CHRISTOF: *What is consciousness*. Nature, (2018).

KOEHL M. et al.: *Age-dependent effect of prenatal stress on hippocampal cell proliferation in female rats*. European Journal of Neuroscience, Vol. 29, no. 3: 635 – 640, (2009).

KONG, X.-Z. et al.: *Mapping cortical brain asymmetry in 17,141 healthy individuals worldwide via the ENIGMA Consortium*. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 115 (22), pagg. E5154-E5163, (2018).

KONG, X.-Z. et al.: *Mapping brain asymmetry in health and disease through the ENIGMA consortium*. Human Brain Mapping, (2020).

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

KOSSLYN S. M.: *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*. MIT Press, Cambridge, Massachussets, (1994).

KOUPERNIK C.: *Les tests de Gessell, leur limites, leur intégration à une clinique du premier âge*. Pres Méd 60:449, (1952).

KUANG-LIN LIN, Kuo-Shin Chen, Meng-Ying Hsieh, Huei-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).

KUHLMANN M.: *Physicists Debate Whether the World Is of Particles or Fields-or Something Else Entirely.*, in Stranford Enciclopedia of Philosophy, august (2013).

KUHN THOMAS S.: *Le rivoluzioni scientifiche*. Il Mulino – Bologna, (2008).

KULYNYCK J.J., Vldar K, Jones DW, Weinberger DR.: *Gender differences in the normal lateralization of the supratemporal cortex: MRI surface-rendering morphometry of Heschl's gyrus and the planum temporale*. Cerebr Cortex 4(2): 107-118, (1994).

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

LANGE N, GIEDD JN, CASTELLANOS FX, VAITUZIS AC, RAPOPORT JF.: *Variability of human brain structure size: ages 4 – 20 years*. Psychiatry Res 74:1-12, (1997).

LEVI-STRAUSS C.: *Da vicino e da lontano*. Rizzoli, (1998).

LIEGEOIS-CAUDEL, C. et all.: *Intracerebral evoked potentials in pitch perception reveal a functional asymmetry of the human auditory cortex*. Ann. N. Y. Acad. Sci., 930: 117 – 132, (2001).

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

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

LANGE G. & Irle E.: *Enlarged amygdale volume and reduced hippocampal volume in young women with major depression*. Psychological Medicine, 34: 1059 – 1064, (2004).

LANGE N, Giedd JN, Castellanos FX, Vaituzis AC, Rapoport JF.: *Variability of human brain structure size: ages 4 – 20 years*. Psychiatry Res. 74:1-12, (1997).

LANUZA E. et all.: *Identification of reptilian basolateral amygdala: an anatomical investigation of the afferents to the posterior dorsal ventricular ridge of the lizard Podarcis hispanica*. Eur. Jour. Neurosci., Nov. 10 (11): 3517 – 3534, (1998).

LAWRIE S.M. et all.: *Structural and functional abnormalities of the amygdale in schizophrenia*. Am. N.Y. Acad. Sci., 985: 445 – 460, (2003).

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).

LE BIHAN DENIS, *Dall'entropia dei buchi neri alla coscienza: le dimensioni del connettoma cerebrale*. ENTROPIA, 25 (12), 1645 – (2023).

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

Le MAY M. (in collaborazione con Hochberg FH): *Arteriographic correlates of handedness*. Neurology 25:218-222, (1975).

Le MAY M.: *Morphological cerebral asymmetries of modern man, fossil man, and nonhuman primates*. Ann N.Y. Acad Sci.280:349-366, (1976).

Le MAY M. : *Asymmetries of the brains and skulls of nonhuman primates*. New York Academic Press 2:223-245, (1985).

LEVI-STRAUSS C.: *Da vicino e da lontano*. Rizzoli, (1998).

Le VINE M.V., Michel A. Cuendet, Asghar M. Razavi, George Khelashvili and Harel Weinstein: *Biophysical Letter Thermodynamic Coupling Function Analysis of Allosteric Mechanisms in the Human Dopamine Transporter*. Biophysical Journal, 114, 10–14, January 9, (2018).

LEYLA Joaquim, Olival Freira e Charbel El-Hani: *Quantum Explorers: Bohr, Jordan, and Delbruck Venturing into Biology*, in *Physics in Perspective*, vol. 17, n. 3, pagg. 236-250, September, (2015).

LIBERMAN JACOB: *Take Off Your Glasses and See: A Mind/Body Approach to Expanding Your Eyesight and Insight* – 14 novembre (Ed.Guanda) 1995.

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).

LINCOLN J.: *Innervation of cerebral arteries by nerves containing 5-hydroxytryptamine and noradrenaline*. Pharmacol Ther 68(3):473-501, (1995).

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

LING ZENG et al.: *Quantitative analysis of asymmetrical cortical activity in motor areas during sequential finger movement*. Magnetic Resonance Imaging - Volume 25, Issue 10, Pages 1370-1375 (December 2007).

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

LONGSON D., JFW Deakin, FM Benes: *Increased density of entorhinal glutamate-immunoreactive vertical fibers in schizophrenia* - Journal of neural transmission, (1996).

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).

LUTZ A. et al.: *Mental training Enhances Attentional Stability: Neural and Attentional evidence*. Journal of Neuroscience, Vol. 29, n° 42, pagg. 13418-13427, 21 ott., (2009).

MACLEOD CE, Zilles K, Schleicher A, Rilling JK, Gibson KR.: *Expansion of the neocerebellum in Hominoidea*. J Hum Evol 44(4):401-429, (2003).

MAHENDRA Samarawickrama: *Unifying Matter, energy and consciousness*. Aip. Conf. Proc. – 2872, (2023).

MACHII M, BEECKER A.E.: *Morphologic features of the normal aortic arch in neonates, infants, and children pertinent to growth*. Ann Thorac Surg 64(2):511-515, (1997).

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).

MARAIS ADRIANA, Betony Adams e Andrew K. Ringsmuth: *The future of quantum biology*, in *Journal of The Royal Society Interface*, vol. 15, n. 148, 30 novembre, (2018).

MARINKOVIC S. et al.: *Microvascular anatomy of the hippocampal formation*. Surg. Neurol., 37 (5): 339 – 349, (1992).

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).

MATHEW ROY J. et al.: *Determinants of resting regional cerebral blood flow in normal subjects*. Biological Psychiatry, Vol. 21, Issue 10, pagg. 907 – 914, (1986).

MATOCHIK J.A, Chefer SI, Lane MA, Woolf RI, Morris ED, Ingram DK, Roth GS, London ED.: *Age-related decline in striatal volume in monkeys as measured by magnetic resonance imaging*. Neurobiol. of Aging 21(4):591-598, (2000).

MATTEREW J. PALLAMARY – Autor and editor: *Spirit Matters*, (2023).

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

MAX ORTIC Catalan et al.: *Phantom motor execution facilitated by machine learning and augmented reality as treatment for phantom limb pain: a single group, clinical trial in patients with chronic intractable phantom limb pain*. Lancet, vol. 388, December, (2016).

McCLURE S.M. et al.: *Temporal prediction 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).

MEHRI A, DAROONEH AH.: *The role of entropy in word ranking*. Physica - A 390: 3157–3163, (2011).

- MEI LEI, ZHOU CHUAN-DAI, LAN JING-QUAN, Wang Zhi-ging, Wu Wen-can, Xue Xin-min: *The gravitational field and brain function*. Advances in Space Research. Volume 3 – ISSUE 9 – pagg. 171-177, (1983).
- MENON M. et all.: *Temporal difference modelling of the blood-oxygen level dependent response during reversal conditioning in humans: Effects of dopaminergic modulation*. Biological Psychiatry, 62 (7): 765 – 772, (2007).
- MERLIN DONALD: *Una mente così rara: l'evoluzione della coscienza umana* – Ed. Bollati Boringhieri, (2001).
- MERZENICH, M.M., KAAS, J.H. et all.: *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 all.: *Progression of change 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 all.: *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 variability in mammals: Conclusions and hypotheses*. In M.J. Cohen and F. Strumwasser (eds.), Comparative Neurobiology: Modes of Communication in the Nervous System. New York: Wiley, pp. 105-116, (1985).
- METZINGER THOMAS: *Il tunnel dell'io*. Raffaello Cortina Editore – Milano, (2010).
- MILLER A.M. et all.: *Axon fasciculation in the developing olfactory nerve*. Neural development, 5:20, (2010).
- MINKOWSKI, H. RAUM and ZEIT: *Phys. Z.*, 20, 104-111, (1908).
- MISHKIN, M.: *Memory in monkeys severely impaired by combined but not separate removal amygdala and hippocampus*. Nature n. 273, pp. 297-298, (1978).
- MISHKIN, M.: *A memory system in the monkey*. Philosophical Transactions of the Royal Society, Londra, Series B: Biological Sciences n. 298, pp. 85-95, (1982).
- MISHKIN, M., Malamut, B. e Bachevalier, J.: *Memories and habits: Two neural systems*, in The Neurobiology of Learning and Memory, a cura di J. L. McGaugh, C. Lynch e N. M. Weinberger, Guilford, New York, (1984).
- MONTAGUE, P. R., et all.: *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 all.: *Bee foraging in uncertain environments using predictive Hebbian learning*. Nature, 377: 725 – 728, (1995).
- MONTAGUE, P. R. et all.: *A framework for mesencephalic dopamine systems based on predictive hebbian learning*. Journal of Neuroscience, 16 (5): 1936 – 1947, (1996).
- MONTAGUE, P. R. et all.: *Dynamic gain control of dopamine delivery in freely moving animals*. Journal of Neurosci., 24 (7): 1754 – 1759, (2004).
- MOUNTCASTLE V.B. : *Perceptual Neuroscience: The Cerebral Cortex* - Harvard University Press, Cambridge, MA, (1998).
- MOSER E.I. et all.: *Palace Cells, Grid Cells, and the brain spatial Representation system*. Nature Rev. Neurosci., 5: 361 – 372, (2008).
- MOSHAROV EUGENE V: *Interplay between cytosolic dopamine, calcium, and alpha-synuclein causes selective death of substantia nigra neurons*. Neuron ;62(2):218-29, (2009).
- MOUNTZ JM, TOLBERT LC et all.: *Functional deficits in autistic disorder: characterization by technetium-99m-HMPAO and SPECT*. J. Nucl. Med., 36: 1156 – 1162, (1995).
- MUSSER GEORGE: *Nev Scientist*, 17 gennaio, (2024).
- NADEAU S.E. & CROSSON B.: *Subcortical aphasia. Brain and language*, 58: 355 – 402, (1997).
- NAGEL T.: *Cosa si prova ad essere un pipistrello?*, Il Saggiatore – Milano, (1986).

- 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*. Unpublished doctoral dissertation, The Hebrew University of Jerusalem., (2007).
- NIV Y. et all.: *Choice values*. Nature Neuroscience, 9 (8): 987 – 988, (2006).
- NODA A. et all.: *Age-related changes in cerebral blood flow and glucose metabolism in conscious Rhesus monkeys*. Brain Res., 936: 73 – 81, (2002).
- NOLTE F.: *Il cervello umano: un'introduzione alla sua anatomia funzionale*. Mosby Inc., (1999).
- NOPOULOS PC, FLAUM M, O'LEARY D, ANDREASEN N. : *Sexual dimorphism in human brain : evaluation 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).
- NORTHOFF, G. ; ZILIO F. : *Temporal-spatial Theory of Consciousness (TTC) – Briding the gap of neural activity and phenomenal states*. Behav. Brain Res., **29** – 113788 (2022).
- NORTHOFF, G. et HUANG Z. : *In che modo il tempo e lo spazio del cervello mediano la coscienza e le sue diverse dimensioni. Teoria Temporo-Spaziale della coscienza (TTC) : colmare il divario tra attività neuronale e stati fenomenici*. Neurosci. Behav. Rev., 80, 630-645, (2017).
- OBATA T., Shishido F, Koga M, Ikehira H, Kimura F, Yoshida K.: *Three-vessel study of cerebral blood flow using phase-contrast magnetic resonance imaging : effect of physical characteristics*. Magn Reson Imaging 14(10):1143-1148, (1996).
- O' DOHERTY J.P., et all. : *Dissociable roles of ventral and dorsal striatum in instrumental conditioning*. Science, 304 (5669) : 452 – 454, (2004).
- OHINISHI T. et all.: *Flusso sanguigno anormale nella regione cerebrale nel bambino autistico*. Brain, 123: 1838 – 1844, (2000).
- OHL F. et all. : *Volumetric MRI measurements of the tree shrew hippocampus*. Journal of Neuroscience Methods, Vol. 88, Issue 2: 189 – 193, (May, 1999).
- 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).
- OM BIJU PANTA et all: *Mean Intracranial Volume of Brain among Patients with Normal Magnetic Resonance Imaging Referred to the Department of Radiology and Imaging of a Tertiary Care Centre*. JNMA J Nepal Med Assoc.: 61 (268), pagg. 934-937 (2023).
- O' NEIL J. & SCHOTH A.: *The Mental Maxwell Relations: A Thermodynamic Allegory for Higher Brain Functions*. – Front. Neurosci., Volume 16, (2022).
- ORPWOOD R.D.: *A possible neural mechanism underlying consciousness based on the pattern processing capabilities of pyramidal neurons in the cerebral cortex*. J Theor Biol. – 169 (4):403–18, (1994).
- PAGNONI G. et all. : *Activity in human ventral striatum linked to errors of reward prediction*. Nature Neuroscience, 5 (2) : 97 – 98, (2002).
- PALEJA M.: *Virtual human analogs to rodent spatial pattern separation and completion memory tasks*. Learning and Motivation, 42: 237 – 244, (2011).
- PARENT A. & HAZRATI, L.N. : *Anatomical aspects of information processing in primate basal ganglia*. Trends in Neurosciences, 16 (3) : 111 – 116, (1993).

- PAREYON G.: *Fractal Theory and Language - The Form of Macrolinguistics*, Buenos Aires, (2007).
- 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).
- PENROSE, R., HAMEROFF, S. : *Consciousness in the Universe : Neuroscience, Quantum Spacetime Geometry and Orch OR teory*. J. Cosmol. **14**, 1-17, (2011).
- PEY-YI-LIN, Nadège Roche-Labarbe, Mathieu Dehaes, Angela Fenoglio, P. Ellen Grant, and Maria Anela Franceschini: *Regional and Hemispheric Asymmetries of Cerebral Hemodynamic and Oxygen Metabolism in Newborns*. Cereb Cortex. - 23(2): 339–348, (2013).
- PINKER S.: *L'istinto del linguaggio*. Mondadori, Milano, (1998).
- PLAUT D.: *Letting structure emerge: connectionist and dynamical systems approaches to cognition*. Trends in cognitive sciences - 2010.
- POPPENK J., Moscovitch, M.: *A hippocampal marker of recollection memory ability among healthy young adults: contributions of posterior and anterior segments*. Neuron, 72 (6): 931 – 937, (2011).
- 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 physeterid, 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).
- PRINZ JESSE: *The conscious brain*: New York: Oxford University Press, (2010).
- PRUESSNER J.C. et all: *Volumetry of Hippocampus and Amygdala with High-resolution MRI and Three-dimensional Analysis Software: Minimizing the Discrepancies between Laboratories - Cerebral Cortex*, Volume 10, Issue 4 pages 433 - 442, (April 2000).
- PUTNAM HILARY : *Mente, corpo, mondo*. Il Mulino, saggi – Bologna, (2003).
- RADANOVIC M, Scaff M.: *Speech and language disturbances due to subcortical lesions*. Brain Lang 84(3): 337-352, (2003).
- RAHIKESH Morya, KIRATH Kumar and PUNIT Kumar: *Anatomical and Physiological Similarities of Kidney in Different Experimental Animals Used for Basic Studies - Journal of Clinical & Experimental Nephrology*, (2018).
- 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).
- RAICHLE E.M.: *The Brain's dark energy* - Scientific American – Marzo, (2010).
- RAISSI M., PERDIKARIS P., KARNIADAKIS G.E.: *Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations*. Journal of Computational physics - (2019).
- RAJPUT ALI H. et all.: *Human brain dopamine metabolism in levodopa-induced dyskinesia and wearing-off*. Parkinsonism & related Disorders, 10: 221 – 226, (2004).
- RAMACHANDRAN, V. S.: *Anosognosia in parietal lobe syndrome*. Consciousness and Cognition, 4, 22–51, (1995).
- RAPPOPORT S.I.: *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).
- RAVEN, E.P., VERAART, J., KIEVIT, R.A., GENC, S. WARD, I. L., HALL, J. et all.: *In vivo evidence of microstructural hypocoherence of brain white matter in 22q11.2 deletion syndrome*. Mol. Psychiatry, (2023).

- REDISH, J.: *Technical Communication and Usability: Intertwined Strands and Mutual Influences* - Published in: IEEE Transactions on Professional Communication - (Volume: 53, Issue: 3, September 2010).
- RICARD M.: *Il gusto di essere felici*. Sperling & Kupfer, Milano, (2009).
- RIDGWAY S.H., Demski LS, Bullock TH, Schwanzel-Fukuda M.: *The terminal nerve in odontocete cetaceans*. Ann N Y Acad Sci 519:201-212, (1987).
- RILLING J.K., Sanfey AG, Aronson JA, Nystrom LE, Cohen JD.: *The neural correlates of theory of mind within interpersonal interactions*. Neuroimage 22(4):1694-1703, (2004).
- RILLING J.K., Seligman RA.: *A quantitative morphometric comparative analysis of the primate temporal lobe*. J Hum Evol 42(5): 505-533, (2002).
- RYUTA KAWASHIMA et all.: *The human amygdale plays an important role in gaze monitoring. A PET study*. Britain, 122: 779 – 783, (1999).
- RODRIGUEZ G., Warkentin S., et all.: *Sex differences in regional cerebral blood flow*. J Cereb Blood Flow Metab. – vol. 8 pagg. 783 – 789, (1998).
- RODRIGUEZ-HERNANDEZ-S.A. et all.: *Is there a side predilection for cerebrovascular disease?* Hypertension, 42 (1), pp. 56-60, (2003).
- 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, New York, (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).
- SAYGIN Z.M.: *Connectivity precedes function in the development of the visual word form area*. – Nature, (2016).
- SAKAI K.L., 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).
- SALSA A. : *Ominidi*. Giunti, Firenze (1999).
- SARTER Martin: *The substantia innominata remains incognita: pressing research themes on basal forebrain neuro anatomy*. Brain Struct. Funct., 213: 11 – 15, (2008).
- SCHMIDT, H. e KNOSCHE, T.: *Action potential propagation and synchronization in myelinated axons*. PloS Comput. Biol. 15, e1007004 (Google scholar), 2019.
- 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).
- SCHMIDT E., ROS M, MOYSE E., LORTHOIS S., SWIDER P.: *Bernoulli's Principle Applied to Brain Fluids: Intracranial Pressure Does Not Drive Cerebral Perfusion or CSF Flow* - Acta Neurochir Suppl - 122:107-11, (2016).
- 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).
- SEARLE J.R.: *La mente*. Scienza e Idee. Raffaello Cortina Editore, (2005).

SEN, SELVA - BILGIN, SABRIYE SENNUR – ATASEVER ALPER: *Morphometric Evaluation of Trigeminal Nerve and Meckel Cave with 3.0 Magnetic Resonance Imaging*. Journal of the Anatomical Society of India - 69 (1) :pagg. 31-36, (gennaio-marzo 2020).

SEMENDEFERI K., DAMASIO H.: *the brain and its main anatomical subdivisions in living hominoids using magnetic resonance imaging*. J Human Evol 38(2): 317-332, (2000).

SEMPLE W.E. et al.: *Higer brain blood flow at amygdala and lover frontal cortex blood flow in PTSD patients with comorbid cocaine and alcohol abuse compared with normals*. Psychiatry, 63 (1): 65 – 74, (2000).

SERLUCA F., DRUMMOND I. A., and FISHMAN, M.C.: *Endothelial signaling in kidney morphogenesis: a role for hemodynamic forces*. Curr. Biol., Mar., 19; 12 (6): 429-7, (2002).

SEYMOUR B. et al.: *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).

SIEGEL D.: *LA MENTE RAZIONALE* – Cortina editore, (2021).

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

SHERWOOD RJ., Rowley RB, Ward SC.: *Relative polacement of the mandibular fossa in great apes and humans*. J Hum Evol 43(1): 57-66, (2002).

SHIN Lisa M. et al.: *Regional Cerebral Blood Flow in the Amygdala and Medial Prefrontal Cortex During Traumatic Imagery in Male and Female Vietnam Veterans With PTSD*. Arch. Gen. Psychiatry, Vol. 61, (2004).

SHIN Lisa M. et al.: *Amygdala, Medial Prefrontal Cortex, and Hippocampal Function in PTSD*. Ann. Acad. Sci. 1071: 67 – 79, (2006).

SMAERS J.B. et al.: *The evolution of mammalian brain size* – SCIENCE ADVANCES, VOL. 7, Issue 18, (2021).

SMEETS W.J. et al.: *Evolution of the basal ganglia: new perspectives through a comparative approach*. Jour. Anat., 196 (4): 501 – 517, (2000).

SMITH J. H., Rowland, C. Harland B., Moslehi S. et al.: *How neurons exploit fractal geometry to optimize their network connectivity* - *Scientific Reports* - volume 11, Article number: 2332, (2021).

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

SNOW J.C. 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).

SOLMS, M.: *The hard problem of consciousness and the free energy principle*. Front.Phycol., 9, 2714, (2019).

STERN C.E. & PASSINGHAM R.E.: *The nucleus accumbens in monkeys (Macaca fascicularis): II. Emotion and motivation*. Behavioural Brain Research, 75: 179 – 193, (1996).

STEWARD A., Richard Kennedy, Guray Erus, Ilya M. Nasrallah, Virginia G. Wadley: *Poor awareness of IADL deficits is associated with reduced regional brain volume in older adults with cognitive impairment*. Neuropsychologia – Volume 129 pages 372-378 (June 2019).

STIPPICH C, Mohammed J, Kress B, Hahnel S, Gunther J, Konrad F, Sartor K.: *Robust localization and lateralization of human language function: an optimized clinical functional magnetic resonance imaging porotcol*. Neurosci Lett 346(1-2): 109-113, (2003).

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, Pfefferbaun 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).
- SUZUKI WENDY A,: *Neuroanatomy of the monkey entorhinal, parirhinal and parahippocampal cortices: Organizzation of cortical imputs and interconnections with amygdala and striatum*. Neurosciences, Vol. 8, pagg. 3 – 12, (1996).
- SZABO Kristina et all: *Hippocampal Lesion Patterns in Acute Posterior Cerebral Artery Stroke, Clinical and MRI Findings*. Stroke, 32: 1323 – 1329, (2001).
- SZYCIK G.R. et all.: *Audiovisual integration of speech is disturbed in chizophrenia: an MRI study*. Schizophrenia res., 110 (1 – 3): 111 – 118, (2009).
- TABUCHI E, Ono T, Nishijo H, Endo S, Kuze S.: *Ischemic neuronal damage specific to monkey hippocampus; histological investigation*. Brain Res Bull 37(1):73-87, (1995).
- TADASHI HAMASAKI et all.: *Neuronal cell migration for the developmental formation of the mammalian striatum*. Brain Res. Rev., 41: 1- 12, (2003).
- TAKASHI OHNISHI et all.: *Abnormal regional cerebral blood flow in chidhood autism*. Brain, vol. 123, No 9, 1838 – 1844, September, (2000).
- TAKEUCHI T. SUGITA S.: *Cytoarchitectonic study of the cerebral cortex in the horse brain--classification of the cortex area- Pub- Med: 76(2):213-21, (2001)*.
- TAMAKI TAKEUCHI & SUGITA SHOEI: *Histological Atlas and Morphological Features by Staining in the Amygdaloid Complex of the Horse, Cow and Pig*. Journal of Equine Science, Vol. 18, No. 1, pagg. 13 – 25, (2007),
- THAGARD, P.: *Coherence in thought and action*, Philosophical psychology, (2002).
- 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).
- TILLFORS M., Furmark T., Marteinsdottir I., Fischer H., Pissiota A. et all.: *Cerebral blood flowin subjects wirth social phobia during stressful speaking tasks: a PET study*. Am. J. Psychiatry, 158 (8): 1220 – 1226, (2001).
- 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 all.: *Diffusion tensor spectroscopy and imaging of the arcuate fasciculus*. NeuroImage; 1 – 9; 39, (2008).
- UTTAL WILLIAM R.: *The New Phrenology* - Cambridge, Massachusetts: MIT Press, (2003).
- 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 all.: *Determining the neural substrates of goal-directed learning in the human brain*. Journal of Neuroscience, 27 (15): 4019 – 4026, (2007).
- VALLORTIGARA G, Bisazza A.: *L'asimmetria nel cervello nei vertebrati*. Le Scienze 42:56-83, (1997).
- VERMETTEN E. et all.: *Hippocampal and Amygdalar Volumes □dentitaciative Identity Disorder*. The Am. Jour. of Psychiatry, 163: 630 – 636, (2006).
- 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 healthy subjects: A combined fMRI and DTI study. NeuroImage 35, 1064 – 1076, (2007).

VOGL AV, FISCHER HD.: *The internal carotid artery does not directly supply the brain in the monodontidae (order Cetacea).* J Morphology 170:207-214, (1981).

VOGL, A.W. et al.: *An ultrastructural and fluorescence histochemical investigation of the innervation of retinal arteries in Monodon monoceros.* Journal of Morphology, vol. 168, pagg. 109-119, (2005).

VOISIN J.L.: *Évolution de la morphologie claviculaire au sein du genre Homo. Conséquences architecturales et fonctionnelles sur la ceinture scapulaire.* L'Anthropologie 105:449-468, (2001).

WAEELTI, 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 partial deafferentation.* Nature, 232: 542 – 545, (1971).

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

WANG PAN, WANG JIALIN, TANG QUIN et al.: *Structural and functional connectivity mapping of the human corpus callosum organization with white-matter functional networks.* NeuroImage. Volume 227, 15 February - (2021).

WAXMAN, S.G. e BENNETT, M. V. L.: *Relative Conduction Velocities of Small Myelinated and Non-myelinated Fibres in Central Nervous System.* Nat. New. Biol. 238, 217-219, (1972).

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).

WIGNER, E.: *Osservazioni sulla questione mente-corpo.* Londra: Heinemann. pp. 284–302, (1961).

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

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

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

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

WOOLF N.J. : *Dendritic encoding: an alternative to temporal synaptic coding of conscious experience.* Conscious Cogn - (4):447–54, (1999).

WRIGHT, P.; LUI G.; SHAPIRA, NA; GOODMAN, WK; LIU, Y.: *Disgusto e l'insula: risposte fMRI alle immagini di mutilazione e contaminazione.* Neuroreport - 15, 2347–2351, (2004).

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

YI LIN PEI, ROCHE NADEGE, Roche-Labarbe, Mathieu Dehaes, Angela Fenoglio, P. Ellen Grant, Maria Angela Franceschini: *Regional and Hemispheric Asymmetries of Cerebral Hemodynamic and Oxygen Metabolism in Newborns - Cerebral Cortex,* Volume 23, Issue 2, pages 339 – 348, (February 2013).

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

YING-YANG, JIAN-ZHI WANG: *From Structure to Behavior in Basolateral Amygdala-Hippocampus Circuits*. PUB-MED, 31.11.86 (2017).

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

ZEAL ARNOLD A. et al.: *Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery*. Journal of Neurosurgery, Vol 48, No 4, pagg. 534 – 559, (1978).

ZEDDA MARCO: *The Arrangement of the Osteons and Kepler's Conjecture – Appl. Sci.*, 13 (8), 5170, (2023).

ZEFEI LIU, YONG CONG CHEN, and PING AO: *Entangled biphoton generation in the myelin sheath – Physica Review*, E 110, 024402 – Published 2 August, (2024).

ZHENG JIE, Kristopher L. Anderson, Stephanie L. Leal et al.: *Amygdala-hippocampal dynamics during salient information processing - Nature Communications - volume 8, Article number: 14413*, (2017).

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

ZHANG W. & Bruno R.M.: *High-order thalamic inputs to primary somatosensory cortex are stronger and longer lasting than cortical inputs*. eLife 8, e44158, (2019).

ZHI GANGSHA – XIU RULIN: *Quantum Theory of Consciousness - Journal of Applied Mathematics and Physics: Vol.11 No.9, (September 2023)*.

ZHOU C., BIN YANG, WENLIANG FAN, WEI LI: *Modelling brain based on canonical ensemble with functional MRI: A thermodynamic exploration on neural system – Quantitative Biology – Neurons and Cognition*, (2021).

ZHOU ERIC, LEE Dokyun: *Generative artificial intelligence, human creativity, and art - PNAS Nexus*, Volume 3, Issue 3, pagg. 052 – (March 2024).

ZIUKELIS ELINA T., Mak Elijah ^a, Maria- Eleni Dounavi ^a, Li Su ^{a b}, John T O'Brien: *Fractal dimension of the brain in neurodegenerative disease and dementia: A systematic review - Ageing Research Reviews - Volume 79, August (2022)*.

ZILLES K., DABRINGHAUS A., Geyer S, Amunts K, Qu M, Schleicher A, Gilissen E, Schlaug G, senza somministrazione di Steinmetz H.: *Structural asymmetries in the human forebrain and the forebrain of nonhuman primates and rats*. Neurosci Biobehav Rev 20 (4) : 593-605, (1996).

F I N E