

rivista di neuroscienze
psicologia e scienze cognitive



<http://genistein.files.wordpress.com/2009/03/brain.jpg>

LE NUOVE NEUROSCIENZE

Giuseppe C. Budetta

Una cosa ha detto Dio, due ne ho ascoltate.

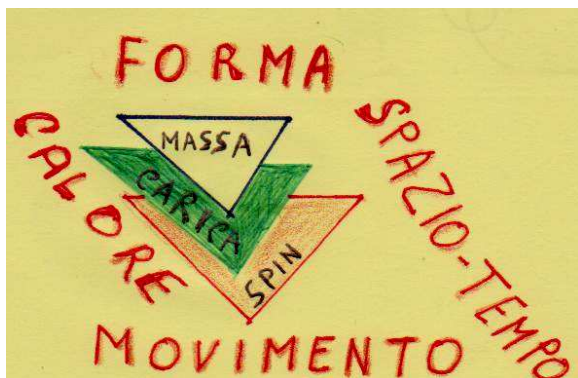
Salmi biblici.

Key words: Neuroscience, connections, anatomy, cognition.

Prefazione. 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. 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. Gli 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 fondati 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. 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**. Queste vedute arrivano a contraddire i parametri fondanti delle neuroscienze, modificano le vere origini delle sensazioni, rendono problematica la reale natura della percezione ed i confini della Mente umana.

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 per niente. 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. Dalle interconnessioni tra ciò che di solito si definisce massa atomica, carica elettrica e spin, emergerebbero componenti secondari della realtà fisica, come la forma degli oggetti, il movimento, l'energia termica (calore) e lo Spazio-Tempo. Per esempio, lo Spazio – Tempo sarebbe una derivata senza alcun fondamento reale, ma non c'è legge della fisica che per la sua formulazione non richieda l'uso dei concetti di Spazio e di Tempo. La profonda revisione dello Spazio-Tempo, prodotta dalla teoria della relatività fu una delle più grandi rivoluzioni nella storia scientifica. Al presente, è messa in dubbio l'effettiva esistenza del Tempo fisico, ritenendolo una convenzione umana, come lo è la moneta corrente, utile per scambi

economici. Come l'utilizzo del denaro in economia per scambi di beni e di valori, così il concetto di tempo fisico avrebbe pratica importanza, finalizzata all'espletamento rapido dei calcoli matematici. L'effettiva mancanza del Tempo fisico implica l'esistenza solo di rapporti dinamici tra gli oggetti del mondo. In altri termini, il Tempo esisterebbe solo nella sua dimensione relazionale. Da queste unità relazionali, emergerebbe anche il Tempo mentale o psichico con la sua durata molto variabile, diviso per convenzione, in passato, presente e futuro.



Crisi della fisica quantistica. 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 tanti 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 ed i puntini che il rilevatore in questione rileva non si sa quindi a cosa

precisamente si riferiscano. Il dualismo onda/corpuscolo ha aggiunto altri enigmi. 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 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 ed altre contraddizioni, la teoria dei quanti ha cominciato a scricchiolare da tempo. Numerosi fisici sono convinti che le particelle sub-atomiche non siano oggetti materiali, ma eccitazioni di un unico, speciale, ed oscuro campo quantistico. Ciò che dunque sembra importante sarebbero le relazioni e le proprietà tra le cose micro e macroscopiche.

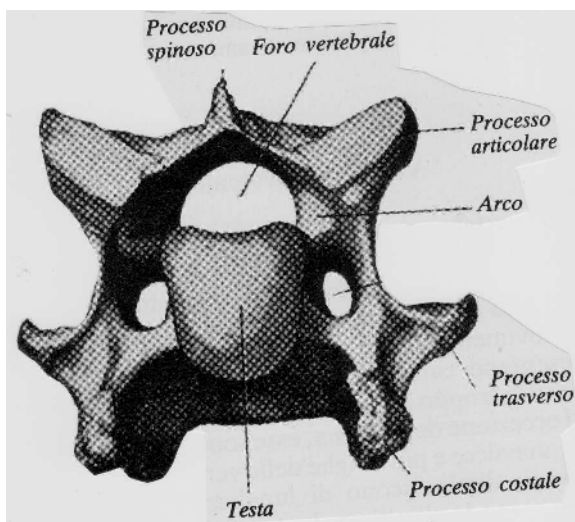
Aspetti relazionali e proprietà. Non essendo conoscibile il vero fondamento fisico del mondo sub atomico, anche la struttura delle onde elettroencefalografiche emesse dal cervello, non ha più una precisa definizione. Le onde cerebrali non sarebbero espressione né di un campo elettrico e né la risultante dell'emissione di particelle sub-atomiche. Negli ultimi decenni, il panorama sul cervello umano dischiuse con le *imaging* della risonanza magnetica funzionale (fMRI), della tomografia ad emissione di positroni (PET) e della magneto-encefalografia (MEG) sembrava aver aperto nuovi scenari d'indagine. Non sono in discussione le possibilità pratiche che queste metodiche offrono, permettendo la localizzazione di ampie regioni cerebrali danneggiate od ammalate, oltre all'utilizzo sperimentale dei cambiamenti nell'attività cerebrale in soggetti sani, mentre cercano di risolvere problemi di vario tipo. Inoltre, gl'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 ad 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. A volte, **aspetti relazionali e proprietà** degli oggetti sono ignorati perché si guarda solo al tutto, come l'oggetto palla. Al contrario, gli oggetti del mondo fenomenico esisterebbero perchè insieme di proprietà intercorrelate. Per Kuhlmann, come fondamento della realtà fisica ci sono solo le interazioni tra entità basilari non chiaramente definite, ma indicate col termine comune di MASSA, CARICA ELETTRICA e SPIN. Queste interazioni potrebbero riguardare anche gli spike elettrici cerebrali la cui struttura intima non sarebbe costituita da particelle ionizzate, né dai correlati campi elettrici. Uno spike cerebrale sarebbe un insieme coerente di proprietà derivate e di interrelazioni *pure*.

Finalità della ricerca. Partendo dalle nuove vedute scientifiche che conferiscono importanza alla dimensione relazionale ed alle proprietà intrinseche di ciascun oggetto del mondo reale, ho effettuato una descrizione comparativa di alcuni organi e strutture del corpo umano ed animale. Nell'ultima parte del presente saggio, ho indagato la natura degli spike elettrici all'interno del sistema nervoso centrale e periferico, basandomi su una nuova prospettiva di ricerca. Questa nuova visione aperta sull'anatomia comparata mette in risalto i rapporti meccanici e funzionali di una singola struttura con altre parti dell'organismo vivente, al centro di un fitto sistema d'interrelazioni e di connessioni che ne sarebbero il reale impianto portante.

Gli argomenti dei paragrafi che seguono riguardano:

- La terza vertebra cervicale nel Cavallo.
- Articolazioni, proprietà e relazioni.
- Connessioni epatiche e proprietà dell'organo definito fegato.
- Articolazioni: una nuova classificazione di base.
- Sifonofori.
- Sensazione, percezione e natura degli spike elettrici.



La terza vertebra cervicale nel Cavallo.
Proprietà ed aspetti relazionali.

Proprietà (aspetti anatomici) la terza vertebra cervicale del Cavallo ha una struttura a forma cilindrica, indicata col nome di *corpo*, sovrastata da un osso a volta, indicata come *arco* della vertebra. Nell'insieme, il corpo e l'arco delimitano un lungo condotto che è il canale neurale. Dall'arco, prendono origine alcuni prolungamenti ossei, indicati come i processi articolari (craniali e caudali), il processo spinoso e quelli trasversi. Le vertebre cervicali del Cavallo fanno parte di un insieme di sette segmenti ossei, componendo la base anatomica del collo.

Nella terza vertebra cervicale come nelle restanti, troviamo il rivestimento di osso compatto ed all'interno le lamelle di osso spugnoso. **Gli osteomi** della parte compatta seguono il principio generale di funzionalità di questo tipo di tessuto: quanto più la pressione di gravità su una determinata parte di osso compatto è elevata, tanto più in quella zona ci sono osteoni completi. Di conseguenza, l'impalcatura tissutale della terza vertebra cervicale ha interne variazioni strutturali nell'arco dell'esistenza e man mano diventa peculiare di quell'individuo, in questo caso di quel cavallo.

Aspetti relazionali. Gli aspetti relazionali della terza vertebra cervicale del Cavallo vanno ben oltre le proprietà intrinseche dell'osso perché implicano le correlazioni tra il suo processo spinoso e la parte laminare del legamento nucale. E' come se il processo spinoso fosse molto più lungo e fatto di una parte ossea, il vero processo spinoso ed una fibro-elastica che è il ramo del legamento nucale che si stacca dalla parte cordonale, congiungendosi ad esso. La parte cordonale è di natura fibro-elastica, prolunga il corto processo spinoso della terza vertebra cervicale (anche le altre vertebre cervicali hanno più o meno simili prolungamenti elastici) e conferisce mobilità all'osso. Viceversa, nelle vertebre toraciche, in particolare le prime, il processo spinoso è molto lungo ed è come se inglobasse la branca laminare del legamento nucale ad esso collegato. Tra i lunghi processi spinosi delle vertebre toraciche, esistono spessi legamenti (legamenti interspinosi) che contribuiscono a ridurre la mobilità della regione, aumentandone invece la compattezza. Dopo la quarta vertebra toracica, il legamento nucale ha solo la *parte funicolare* e gradualmente diventa meno elastico: si espande a ventaglio nella regione toraco - lombare, assumendo consistenza fibrosa.

Tra un corpo vertebrale e l'altro c'è un disco di natura fibro-cartilaginea, il disco intervertebrale. Per cui, il corpo della terza vertebra cervicale ha una parte anteriore globosa, indicata come testa ed una posteriore concava, indicata come la cavità glenoidea. Tra un corpo vertebrale e l'altro, c'è come si è detto, una struttura fibro-cartilaginea, chiamata disco intervertebrale. Questi dischi intervertebrali aumentano in genere l'elasticità della colonna e con l'avanzare dell'età si riducono di spessore, perdendo acqua.

Volendo sintetizzare, possiamo scrivere che la terza vertebra cervicale del Cavallo ha due aspetti, uno che riguarda le proprietà dell'osso in sé e per sé: aspetti anatomici e morfologici come la durezza e resistenza dell'osso, il peso medio, la lunghezza e l'altezza ed i vari processi ossei. C'è poi da considerare la sua parte *relazionale* che comprende altri attributi come:

- I due dischi intervertebrali fibro-cartilaginei che ne relazionano il corpo con la vertebra antistante e retrostante.
- La parte laminare, elastica e nastriforme, del legamento nucale che si collega al suo breve processo spinoso.
- La cartilagine ialina che riveste i suoi processi articolari coi connessi sistemi legamentosi (le capsule articolari).
- I legamenti intertrasversari, quelli interspinosi ed i longitudinali, dorsale e ventrale.
- Parte dell'arteria vertebrale che attraversa i fori intertrasversari.
- Parte del midollo spinale che passa per il corrispondente canale neurale.

- Esistono altre connessioni con alcuni dei muscoli del collo e coi nervi spinali.
- All'interno dello strato di osso compatto, c'è il midollo osseo che provvede all'emopoiesi.

Considerazioni. Senza la parte relazionale, la terza vertebra cervicale del Cavallo non sarebbe ciò che è. Sarebbe un'astrazione mentale, più o meno frutto di fantasia. Invece, essa è inserita in un contesto ben preciso di correlazioni, di forze meccaniche e di funzioni biochimiche, all'interno di un organismo vivente. I suoi singoli componenti come i processi spinosi ed articolari, o il canale neurale che l'attraversa sono tali perché relazionati con altre strutture (vertebre antistanti e retrostanti ecc.) e funzioni (movimenti del collo ecc.). La terza vertebra cervicale del Cavallo si trova così al centro di forze meccaniche, partecipando inoltre agli appropriati collegamenti nervosi e sanguigni e provvedendo alla formazione dei globuli rossi tramite il midollo osseo che incorpora. E' da notare che alcune patologie artritiche non gravi possono deformare l'osso (alterandone alcune proprietà meccaniche), senza che la parte relazionale ne risenta. Considerate singolarmente, le proprietà della terza vertebra cervicale del Cavallo hanno aspetti generali propri di questa specie (corpi vertebrali, processi spinosi, articolari ecc.), modellati nel lungo percorso evolutivo ed in un dato habitat.

Il fegato del Cavallo.

Proprietà. Il fegato del Cavallo ha il peso medio di 5 kgr. e colore rosso – bruno. Ha forma globosa, ovoidale con la superficie anteriore, liscia che si adatta alla cupola diaframmatica ed una viscerale, con profonde incisioni. Le incisioni della parte viscerale definiscono grossi lobi (destro, sinistro e medio). Il lobo medio è suddiviso in uno quadrato ed uno papillare. Contiene la struttura frattale dei lobuli epatici ne è la parte funzionale. Sulla superficie viscerale dell'organo, ci sono i condotti cistici destinati a riversare la bile nel duodeno. C'è anche una depressione ovoidale che è l'ilo dell'organo e nel quale confluisce la vena porta, l'arteria epatica, i nervi, fuoriuscendone i linfatici. Intorno all'ilo del fegato ci sono numerosi addensamenti linfatici, indicati come linfonodi epatici. Nel fegato del Cavallo, assente è la cistifellea.

Relazioni.

1. Legamenti epatici che collegano l'organo col diaframma, il rene destro, lo stomaco, il duodeno ecc.
2. Funzioni biochimiche vitali per l'organismo e produzione della bile epatica.
3. Funzione di difesa immunitaria (cellule stellate di Kupffer).
4. Strette connessioni funzionali con la vena cava caudale (scissura per la vena cava) e la vena porta (sangue refluo dalla porzione retro-diaframmatica del tubo digerente).
5. Funzioni generali di ghiandola esocrina ed endocrina.



Considerazioni. Ciò che definiamo fegato, è in realtà la sommatoria di una grande quantità di proprietà morfologiche e strutturali, oltre che di quelle fisiologiche – relazionali all'interno di un organismo vivente. Anche qui, come per la terza vertebra cervicale, piccole deformazioni morfologiche dell'organo (polilobature, alcuni tipi di cisti...), sono compatibili col suo perfetto funzionamento. Tra le proprietà dell'organo, possono essere

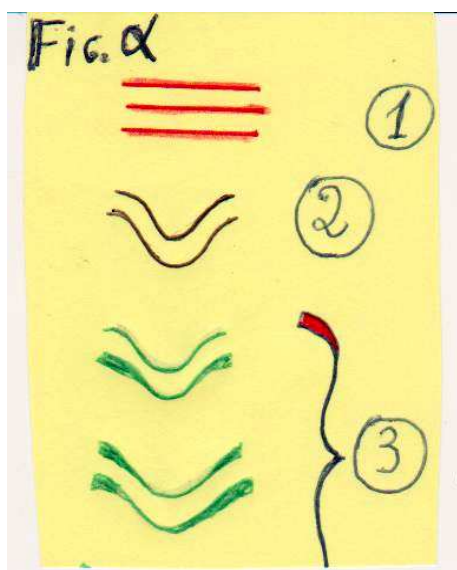
incluse anche quelle riguardanti l'aspetto nutrizionale come l'elevato contenuto di proteine, di vitamine A e del gruppo B, un ottimale contenuto di ferro e bassa presenza di grassi.

Le proprietà morfologiche del fegato sembrano meno importanti di quelle relazionali, anche se strettamente connesse tra loro. Dal punto di vista relazionale, il fegato non si riduce all'organo in sé e per sé, ma ha una estensione molto maggiore all'interno della fitta rete di funzioni. Questa reale estensione è relazionata con numerosi altri organi dall'intensa attività biochimica ed immunitaria. La fig. N°5 evidenzia le **proprietà** del fegato, circondate dalle **funzioni relazionali**, molto più vaste e varie delle prime.

Articolazioni. Sono strutture che uniscono i segmenti ossei dello scheletro, permettendo movimenti più o meno ampi.

1) **Proprietà**: tipo di articolazione, forma dei capi articolari contrapposti, movimenti più o meno ampi. Topografia: articolazioni degli arti superiori, posteriori, tra le vertebre, tra le costole... Cartilagine articolare che avvolge i capi articolari, nelle diartrosi. Classificazione di tipo generale:

- Sinartrosi. I capi ossei sono contigui ed uniti da un tessuto connettivo. I movimenti sono quasi nulli. Ci sono diversi tipi di tessuti congiungenti i capi ossei contrapposti: tessuto fibroso, elastico, fibro-cartilagine ecc.
- Diartrosi. I capi articolari sono separati da una cavità articolare. Avvengono movimenti più o meno ampi e vari.
- Anfiartrosi. Articolazioni di tipo intermedio con brevi spostamenti.

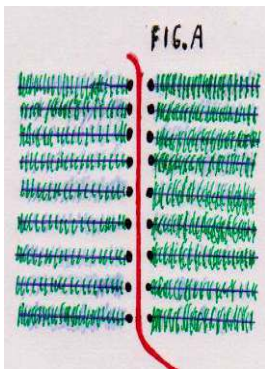


Topografia. La figura **α** indica la **relazione** tra la forma e la topografia delle articolazioni nella parte distale degli arti, sia anteriori che posteriori negli equini e nei ruminanti. Il numero *uno* indica le articolazioni intertarsica, intercarpica, tra carpo e metacarpo e tra tarso e metatarso. Queste articolazioni sono tutte artrodie: superfici articolari pianeggianti e poco estese. Le articolazioni indicate col numero due e tre sono la metacarpo (o la metatarso) falangea, la interfalangea prossimale e la distale. Si tratta di articolazioni a sella (ginglimi angolari imperfetti) che permettono movimenti di estensione e di flessione, con limitati movimenti di lateralità. In genere, anche la radio-carpica è un'artrodia, ma non la tarso - metatarsica. Le articolazioni tra i corpi vertebrali sono tutte sinartrosi, ad eccezione dell'osso sacro (dove le vertebre sono fuse) e tra la prima e la seconda vertebra cervicale.

2) **Proprietà**. Un componente importante delle diartrosi è la cartilagine articolare che riveste le superfici ossee contrapposte, rendendo possibile movimenti più o meno ampi. Le proprietà della cartilagine articolare sono:

- Non ha vasi e nervi.
- Si nutre per diffusione.
- Il carico intermittente permette la penetrazione dei nutrimenti e la rimozione dei cataboliti.
- Quando le forze pressorie agiscono sulla sua superficie, c'è cessione di acqua e deformazione. Se il carico meccanico diminuisce c'è assorbimento di acqua e ripristino della forma precedentemente modificata.

- Assorbimento dei traumi della pressione meccanica.
- Permettere gli scorrimenti dei capi articolari.



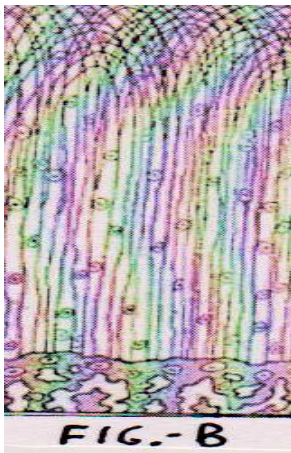
A) La matrice cartilaginea della superficie articolare (diartrosi) contiene cellule (condrociti), fibre collagene, elastiche, reticolari e proteoglicani: macromolecole glicoproteiche a struttura ramificata. Un proteoglicano (Fig. A) ha un lungo filamento polisaccaridico centrale (colorato di rosso), a cui si legano collateralmente centinaia di proteine filamentose (GAG) o glicosaminoglicani, disegnate nella **fig. A**, col colore verde-azzurro. Queste proteine si agganciano al filamento centrale, tramite un corpuscolo basale (corpuscolo rotondeggianti di colore nero). La disposizione a pettine dei glicosaminoglicani comporta un ampliamento di superficie che

può assorbire, o liberare l'acqua interstiziale. Di conseguenza, la cartilagine articolare funziona come una spugna che si adegua alle necessità del carico meccanico. Quando si scendono le scale, l'ammortamento del peso corporeo è un gran parte dovuto ai proteoglicani delle cartilagini articolari.

Attività relazionali dei proteoglicani con il peso corporeo:

Aumento del carico meccanico ↔ riduzione dell'acqua interstiziale

Riduzione del carico meccanico ↔ aumento dell'acqua interstiziale



B) Nella sostanza intercellulare delle cartilagini articolari, ci sono anche fibre collagene, reticolari ed elastiche (**fig. B**). Le prime hanno elevata resistenza alle tensioni. Le seconde formano una struttura reticolare di sostegno e le terze sono composte da elastina, disposta a gomito, deformabile fino al 100-150% della sua dimensione. Le fibre delle cartilagini articolari assicurano elasticità e resistenza alla struttura che le contiene. In particolare, le fibre collagene hanno una specifica disposizione spaziale all'interno della cartilagine articolare. Questa disposizione spaziale è definita *ad arcata*: le basi dell'arcata sono perpendicolari all'asse dell'osso che la cartilagine articolare riveste, mentre le parti superiori ricurve (convesse) sono tangenti alla superficie libera della

cartilagine stessa. In questo modo, l'intera struttura diventa relativamente elastica, potendo meglio scaricare le pressioni dovute al peso del corpo. Durante il movimento articolare, le arcate fibrillari si piegano come molle, si deformano elasticamente, allargano le arcate ed ammortizzano gli urti tra gli opposti segmenti ossei.

Attività relazionali della cartilagine articolare e modificazioni dello spazio interfibrillare.

Ammortizzamento degli urti nei movimenti articolari ↔ deformazione a molla con allargamento delle arcate fibrillari.

Riduzione delle pressioni corporee ↔ restringimento delle arcate fibrillari.

Relazioni. In genere, le sindesmosi avvengono tra ossa piatte (ossa craniche), con eccezione dei denti (gonfosi) e dell'articolazione tra osso vomere e la lamina perpendicolare dell'etmoide: schindelesi. Invece, le diartrosi avvengono tra le ossa lunghe, come quelle degli arti e tra i segmenti vertebrali. Le diartrosi, hanno strette relazioni coi:

1. Tendini di scorrimento dei muscoli, mediante briglie ed anelli fibrosi.
2. Borse sinoviali che facilitano gli scorrimenti dei tendini e dei legamenti al di sopra di alcune diartrosi.
3. Muscoli volontari che mettono in movimento i segmenti scheletrici, tramite le diartrosi.
4. Legamenti articolari e capsule peri-articolari.
5. Membrane sinoviali che lubrificano e nutrono le cartilagini articolari.
6. La staticità corporea e lo spostamento del baricentro corporeo nei movimenti.

Relazioni tra il movimento scheletrico, la geometria dei capi articolari contrapposti e proprietà. La doppia freccia nei due sensi (↔) indica la relazione tra movimento, configurazione geometrica e proprietà.

1. Artrodie: spazio piano euclideo ↔ superfici articolari piatte e poco estese ↔ brevi movimenti di scivolamento di un osso sull'altro ↔ ammortizzamento delle pressioni corporee.
2. Enartrosi: spazio sferico ↔ superfici articolari a forma di una semisfera. Nella semisfera, i meridiani che escono dal polo si allontanano e raggiungono la massima separazione all'equatore ↔ movimenti di rotazione, circonduzione, lateralità, adduzione ed abduzione ↔ pressioni corporee scaricate in particolare sull'equatore articolare.
3. Condilartrosi: spazio sferico ↔ superfici ellissoidali ↔ movimenti intorno agli assi maggiori e minori dell'ellissi. Nella doppia condilartrosi, si hanno solo i movimenti intorno agli assi minori dell'ellissi.
4. Ginglimi: spazio sferico ↔ movimenti di rotazione parziale intorno all'asse maggiore del cilindro.
5. Articolazione a sella (simile al ginglimo) ↔ spazio iperbolico ↔ movimenti di flessione ed estensione, ma i movimenti di lateralità sono molto limitati. Spesso esistono delle ossa sesamoidi di ampliamento della superficie iperbolica. Quanto più la parte centrale articolare è rilevata tanto più sono limitati i movimenti di lateralità, avendosi solo movimenti di flesso-estensione. In questo caso, dal punto di vista funzionale, l'articolazione a sella è simile ad un ginglimo angolare.

Relazioni tra la forma spaziale dei capi articolari ed il movimento di alcune articolazioni.

- **A.** Spazio euclideo ↔ artrodie ↔ principio generale di funzionalità ↔ brevi movimenti di scivolamento tra superfici articolari piane ↔ ammortamento delle pressioni relazionate al peso corporeo.
- **B.** Spazio iperbolico ↔ articolazione a sella ↔ movimenti di estensione e flessione con limitati spostamenti di lateralità. Articolazioni localizzate in prevalenza nelle

estremità degli arti: tra la prima, la seconda e la terza falange negli equini. Le superfici articolari convesse ed iperboliche hanno il rilievo intermedio molto accentuato, accolto nella depressione corrispondente della superficie iperbolica contrapposta. Nell'articolazione a sella, tutti i movimenti sono limitati da spessi legamenti peri-articolari. L'articolazione tra la seconda e la terza falange negli equini, è compresa nella scatola cornea dello zoccolo.

- C. Spazio sferico:

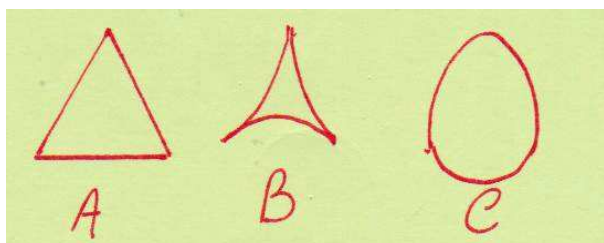
1. Enartrosi ↔ principio generale di funzionalità ↔ movimenti ampi di circonduzione, abduzione, adduzione e di lateralità dell'arto. Principio generale di funzionalità ↔ quanto più la superficie semisferica è ampia tanto maggiori sono i movimenti articolari conseguenti.
2. Ginglimi angolari ↔ principio generale di funzionalità ↔ movimenti di flessione ed estensione intorno all'asse maggiore del cilindro pieno. Principio generale di funzionalità: quanto più la superficie articolare è globosa, tanto più i movimenti di estensione e di flessione sono ampi. Se l'asse maggiore del cilindro pieno è parallelo a quello dell'osso intero a cui appartiene, si hanno movimenti di rotazione intorno a quest'asse maggiore.

Relazione tra movimento articolare e la disposizione spaziale dell'asse maggiore del cilindro articolare pieno rispetto a quello dell'osso di appartenenza.

Asse maggiore articolare parallelo all'asse dell'osso di appartenenza ↔ rotazione

Asse maggiore articolare perpendicolare all'asse dell'osso di appartenenza ↔ flessione-estensione.

3. Condilartrosi doppia ↔ principio generale di funzionalità ↔ movimenti di estensione e di flessione di un segmento di arto. I movimenti avvengono intorno agli assi minori delle ellissi. Principio generale di funzionalità: quanto più la superficie ellissoidale è globosa tanto maggiori sono i movimenti di estensione e di flessione.



Relazioni tra configurazione spaziale e movimento.

In base alla configurazione spaziale bidimensionale della superficie articolare, il movimento articolare se c'è, avviene secondo specifiche modalità direzionali.

1. Livello → proprietà delle articolazioni.

2. Livello → relazioni: geometria bidimensionale, movimento e sua direzionalità nello spazio.

Considerazioni conclusive sulle proprietà e relazioni (articolazioni).

Le articolazioni scheletriche, sia degli animali che umane presentano un insieme di fattori relazionali, in particolare coi muscoli volontari, permettendo il movimento e la stazione eretta del corpo. Le proprietà di una singola articolazione sono intercalate nel contesto interno ed esterno all'organismo vivente. Le articolazioni per diartrosi sono provviste di numerosi corpuscoli sensitivi. Gli stimoli che attivano i propriocettori sono diversi dagli altri. Non somigliano alle vibrazioni come le onde luminose della visione, o a quelle acustiche, o a molecole odorifere. Molti degli stimoli propriocettivi sono relazionati alle leggi fisiche della gravità e dell'accelerazione. Camminare, correre, fare sport, digitare su una tastiera, scrivere, mangiare, nuotare, allacciarsi le scarpe, tutto ciò che la quotidianità umana compie è relazionata con la propriocezione, un tipo di sensibilità molto più importante di quanto sembri. Senza la sensibilità propriocettiva, l'atto di afferrare un bicchiere con la mano e di berne il contenuto è molto difficile ed è carico di tensione.

movimento articolare ↔ propriocezione

I sifonofori.

All'interno dei progressi delle neuroscienze, numerosi aspetti anatomici del corpo umano e degli animali possono essere osservati in una nuova prospettiva che apre scenari inesplorati. Non è vero che l'anatomia umana ed animale non ha più nulla da rivelare. I sifonofori sono organismi (tipi di meduse tropicali) e sono formati da insiemi (colonie) di varie strutture deputate:

1. al nuoto,
2. al galleggiamento,
3. alla protezione,
4. all'alimentazione,
5. alla cattura delle prede come individui, veri e propri.

Ogni struttura del sifonoforo ha specifiche proprietà e relazioni con le altre che infine compongono l'unità complessiva. Sono le proprietà e le relazioni delle singole parti a dare vita all'organismo completo.

Ogni struttura di un sifonoforo si comporta come un singolo organo polipoide, o medusoide. In realtà, i sifonofori sono colonie, essendosi evoluti da aggregazioni più semplici di organismi ben distinti, ciascuno completo ed in grado di eseguire una serie autonoma di funzioni (come nelle moderne colonie di coralli). Ma la colonia costituente un sifonoforo si è integrata molto bene, per cui i differenti individui si sono specializzati nella forma e subordinati alla funzionalità del tutto. Per questo, l'intero aggregato funziona come singolo individuo, o superorganismo, risultante dalla relazione morfologica, strutturale e funzionale di singole parti autonome. La connessione relazionale diventa così stretta che alla fine i componenti che strutturano un sifonoforo non conservano più individualità funzionale. Ogni sua parte si specializza nell'espletare un solo compito, comportandosi come un vero apparato di un organismo superiore. Non sono più singoli componenti che non potrebbero sopravvivere come animali separati. L'intera colonia opera come se fosse una singola entità e le sue parti (individui) hanno movimenti armonici col tutto. Ogni nectoforo (o ombrello natante) conserva il proprio sistema nervoso, ma oltre a questo, c'è un sistema *nervoso cordonale* che è comune all'intera struttura e ne connette l'insieme.

Aspetti relazionali in un organismo medusoide tipo sifonifero.

Movimenti coordinati.

Sistema nervoso contralizzato che coordina i vari componenti.

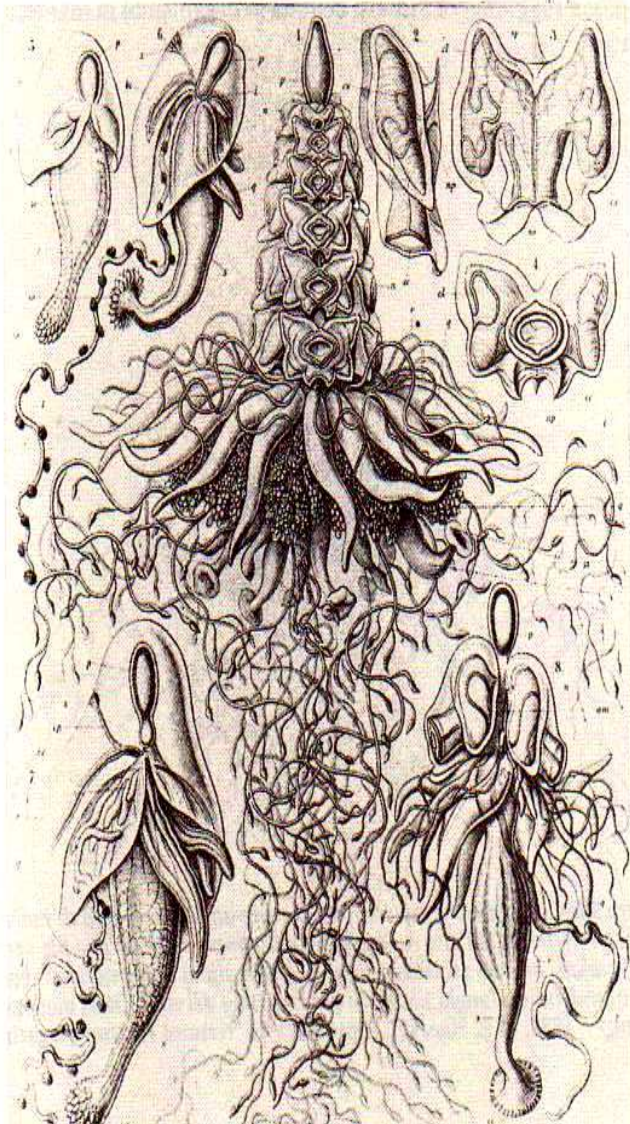
Sistema coordinato di galleggiamento.

Sistema coordinato di nuoto.

Sistema alimentare coordinato di singoli sifoni a forma d'imbuto.

Sistema coordinato per la cattura del cibo.

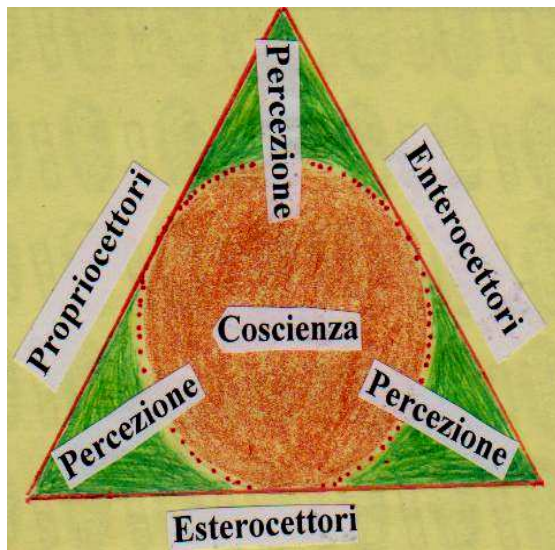
Sistema coordinato per la riproduzione.



Il sistema di **coordinamento superiore**, che armonizza in una unità funzionale l'intero sistema, su cui convergono le singole parti medusoidi, potrebbe essere l'**asse nervoso cordonale centrale**, il cui funzionamento ricorda quello di un singolo ganglio vegetativo nei mammiferi. Il ganglio vegetativo di un mammifero elabora molteplici calcoli computazionali, con un simile modello algoritmico. Fredkin E. (2003) e Zuse K. (1990), hanno scoperto che il calcolo computazionale può descrivere qualsiasi fenomeno: eventi fisici e biologici, ma anche ogni teoria, ogni opera letteraria, ogni forma di pensiero ed ogni evento umano. Tutto sarebbe soggetto a calcoli computazionali: qualsiasi componente fisica e psichica potrebbe fungere da substrato a processi di calcolo.

Una struttura complessa di calcolo computazionale come l'asse nervoso cordonale del sifonifero sarebbe la vera unità di base per le molteplici relazioni intrinseche ed estrinseche. Nel sifonifero, l'asse cordonale emette un insieme di SPIKE in un determinato lasso di tempo (T), coerente con gli stimoli del mondo esterno.

La figura a lato mostra un sifonifero completo e complesso. La colonia annovera i seguenti individui modificati, dall'alto in basso: il singolo galleggiante, o pneumatoforo (p); file di organi natanti, o nectofori (n); i prolungamenti sensoriali digitiformi, o palpi (q); ammassi di parti riproduttive (g); sifoni alimentari con bocche a forma d'imbuto (s); infine, lunghi cordoni intrecciati di filamenti che servono per catturare il cibo (t). Le altre figure sono parti della complessa colonia, o stadi precoci di sviluppo, dalla monografia Challenger, 1888, di E. Haeckel. Riprodotto da "Natura History Magazine".



Attività sensoriali. Siamo circondati da stimoli di vario tipo. Onde elettromagnetiche ci arrivano addosso da ogni parte e l'aria respirata è messa in vibrazione di continuo. La stessa aria è piena di molecole organiche ed inorganiche. Alcune specie di animali percepiscono segnali, impediti agli umani, come le onde elettromagnetiche ed infrarosse. Le attività sensoriali di una persona o di un mammifero in genere, possono essere distinte nelle due grandi categorie delle proprietà e delle relazioni. Si tratta della stessa distinzione fatta per la terza vertebra cervicale del Cavallo, per le articolazioni dello scheletro, per il fegato e per i sifonofori.

Le attività sensoriali possono originarsi con la luce visibile, possono essere prodotte dai raggi ultravioletti ed infrarossi. Le vibrazioni con una specifica frequenza dell'aria, le molecole odorifere, le variazioni di temperatura ed il tipo di movimento corporeo verso una data direzione fanno parte delle attività sensoriali. Tramite la percezione, il cervello elabora i differenti tipi di sensazioni originate da stimoli di natura chimica, meccanica, o elettromagnetica. C'è da precisare che secondo le vedute di Meinard Kuhlmann e coll. gli stimoli di natura chimica, meccanica o elettromagnetica deriverebbero da entità basilari non corpuscolari e privi dei comuni campi quantistici.

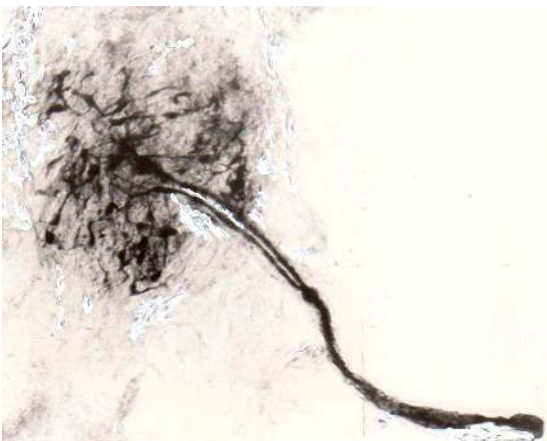
Sensazioni e percezioni. Gli stimoli delle sensazioni corporee esistono per intero qui ed ora. Le onde sonore che rimbalzano sulla membrana timpanica, le onde luminose focalizzate sulla retina dopo aver attraversato i globi oculari, le molecole penetrate nel naso, o fissatesi sulla mucosa linguale, le sensazioni nel movimento della testa, o quelle derivanti dagli arti in estensione o in flessione, sono tutti fugaci **stimoli relazionali**. Le sensazioni derivanti da questi stimoli comportano temporanei cambiamenti elettrochimici della durata di pochi istanti. In aperto contrasto con questi fenomeni labili, la **percezione** non è mai per intero nell'attimo presente, pur essendo anch'essa un fenomeno strettamente relazionale. La percezione dipende non solo dagli stimoli momentanei, captati dai recettori sensitivi, ma anche dalle pregresse esperienze a cui un individuo si è sottoposto. Generate da uno stesso stimolo, le percezioni di due individui possono essere molto differenti. Alcune di queste difformità derivano dagli strumenti sensoriali e dall'età del soggetto, se giovane o anziano. La percezione dipende molto dai fattori culturali di un dato popolo, o nazione essendo radicata nell'esperienze pregresse di ciascun individuo. La percezione è anche un fatto culturale. Il senso dell'olfatto, la base sensoriale di esso, è lo stesso di un americano, di un africano o di un asiatico. Tuttavia, la percezione odorifera per esempio, cambia da una all'altra cultura. Tipi di fiori sono piacevoli per alcune tribù dell'Angola, ma nauseanti per i popoli del sud-est asiatico. Le differenze culturali incidono anche per altri sensi come per il gusto, i suoni ed altri segnali. Un chiaro confine tra sensazione e percezione non esiste, perché gli spike elettrici che viaggiano lungo i nervi contengono in comune *qualia* del sistema percettivo e *qualia* sensoriali. Di conseguenza, i due processi sensitivo e percettivo, sono interconnessi. In sintesi, la **sensazione** dipende dall'attivazione dei recettori sensoriali a contatto (relazionati) col mondo esterno. Invece, la **percezione** sarebbe l'organizzazione dei dati sensoriali, riuniti in un'esperienza complessa, come punto finale dell'informazione sensoriale, proveniente dalle diverse parti dell'organismo. Pur in parte interconnessi, i due fenomeni potrebbero far parte di due distinte categorie relazionali, ma nella percezione è molto più prevalente l'aspetto relazionale.

Dalle operazioni inconscie di computazione multipla di estese reti neocorticali, derivanti dai fenomeni sensitivi e percettivi emergerebbe di volta in volta la coscienza, correlata all'io corporeo ed all'io-onirico.

Corpuscoli sensoriali.

Proprietà degli spike.

- Natura. Lo spike è l'unità di correlazione elettrica tra due, o più neuroni.
- Durata. Lo spike nervoso ha la durata di poche frazioni di secondo.
- Direzionalità unica. Gli spike possono avere una sola direzione: afferente o efferente rispetto al corpo cellulare neuronale.
- Frequenza. La frequenza degli spike è il loro numero in un secondo.
- Lo spike è relazionato in durata e frequenza, al corpuscolo sensoriale da cui si origina.
- Lo spike ha un determinato percorso nervoso, con una propria configurazione spaziale.
- Lo spike viaggia spesso in una catena neuronale, la cui configurazione non è statica.
- Tra spike e corpuscolo sensitivo (corpuscoli del Ruffini, del Pacini, terminazioni libere ecc.), c'è una stretta connessione relazionale.
- La struttura intervallata della guaina mielinica permette all'impulso elettrico di *saltare* da un nodo di Ranvier all'altro ed essere trasmesso più velocemente da neurone a neurone. Si parlerà, in questo caso, di *conduzione saltatoria*, mentre per l'impulso che viaggia su tutta la fibra si parlerà di *conduzione puntiforme*; quest'ultima è tipica dei nervi periferici (presenti per es. negli arti).
- Gli impulsi elettrici (Spike) sono generati grazie a un meccanismo di polarizzazione e depolarizzazione della membrana del neurone, che agisce con un movimento ondulatorio. Si parla infatti di onde polarizzatrici e depolarizzatrici che si susseguono all'interno delle fibre. Il sistema garantisce la propagazione degli impulsi elettrici (Spike) lungo l'assone, con una velocità di circa 100 m/s. Si definisce frequenza di scarica o frequenza d'innervazione del neurone, il numero di Spike al secondo, ($F_i = \text{Spike/s}$).



A lato, l'immagine di un corpuscolo del Ruffini, da me medesimo evidenziato nel tratto esofageo di Bufalo, (*Bubalus buffalus* - impregnazione aurica, ingr. 120x).

Stimoli differenti necessitano di diversi mezzi di rilevamento, perfezionatisi nel lungo corso dell'evoluzione di una determinata specie. La microfotografia a lato mostra un corpuscolo di tipo Ruffini con diramazioni ricche di rigonfiamenti neuroplasmatici. Alla base del corpuscolo, due fibre nervose hanno un comune restringimento amielinico, indicato come strozzatura preterminale. Al di là del

restringimento, c'è l'espansione bottoniforme della stessa fibra sensitiva afferente che a questo punto è unica. A livello della strozzatura preterminale, c'è la propagazione centripeta dell'onda elettrica (spike). Questi corpuscoli del Ruffini, come tutti gli esterocettori e gli enterocettori, sono caratteristici di ciascuna specie e peculiari anche nello stesso soggetto, umano od animale. I corpuscoli del Ruffini pur specializzati nel veicolare una data sensazione (per esempio termica), sono quindi specie-specifici e correlati ad una sensazione che già ad iniziare dal corpuscolo nervoso è differente all'omologa, prodotta da un corpuscolo del Ruffini nelle vicinanze.

In termini generali, le radici della sensazione sembrano specie – specifici. In uno stesso soggetto, un corpuscolo del Ruffini si differenzia da un altro omologo in base alla topografia del tessuto in

cui è allogato. Si differenzia in base alla sua forma generale (rotondeggiante, allungata, sfrangiata, diffusa...), in base al numero delle ramificazioni convergenti sull'espansione terminale bottoniforme, in base alla densità ed estensione delle infiorescenze e degli arabeschi. Infine, è importante anche l'esistenza e lo spessore del suo avvolgimento connettivale capsulare. L'immagine del corpuscolo del Ruffini da me evidenziata tramite la metodica del cloruro d'oro (ingr. 120 X), ha due rami provenienti dalle arborizzazioni ed inflorescenze che raggiungono insieme l'espansione arboriforme pre-terminale della fibra nervosa afferente.

A differenza dei corpuscoli del Ruffini, quelli del Pacini sono molto simili tra loro in una stessa specie. Possono essere doppi o tripli, ma terminanti sulla stessa fibra afferente. Quando sono multipli, sono avvolti in una spessa capsula connettivale. La foto indicata dalla lettera **H** mostra una triplice terminazione nervosa tattile. Si vedono tre espansioni di tipo Pacini, sostenute da un'unica fibra nervosa afferente, molto mielinizzata. Il tratto pre - terminale della fibra ha un breve tratto amielinico, prima d'immettersi nella spessa capsula coi tre corpuscoli. A livello dello strozzamento pre-terminale, c'è l'attivazione elettrica con l'apertura dei canali sodio.

Fig. H – Corpuscoli del Pacini multipli, ingr. 120 x – Impregnazione aurica del Ruffini.



Si può affermare che gli organi a diretto contatto cogli stimoli esterni come la pelle e la lingua, sono provvisti di recettori multipli. I corpuscoli del Pacini sono specializzati nella sensibilità meccanica collegata al tatto ed a eventuali aumenti pressori sul tessuto ad essi circostante: per fattori meccanici, forme edematose localizzate, compressione di organi vicini ectasici, o iperplastici ecc.

I recettori del tatto, come i corpuscoli del Pacini rilevano solo la deformazione locale tissutale che si verifica anche strofinando, o premendo la punta del dito su una superficie dura. Oltre ai corpuscoli del

Pacini, esistono come pressocettori anche quelli del Golgi che raccolgono le pressioni leggere. Invece, i grossi corpuscoli del Pacini rilevano le pressioni forti. Le fibre afferenti di questi corpuscoli sensitivi raggiungono i gangli spinali da cui partono fibre che entrano nel midollo spinale come fibre radicolari posteriori, confluendo infine nel fascio spino talamico anteriore. Secondo John M. Hensaw (2012), la mano di un uomo ha circa 17.000 corpuscoli sensitivi per il tatto.

Aspetti relazionali dei corpuscoli del Pacini e del Golgi:

INPUT NERVOSI AFFERENTI ↔ CORPUSCOLO SENSORIALE

PRESSIONI FORTI ↔CORPUSCOLI DEL PACINI

PRESSIONI DEBOLI ↔CORPUSCOLI DEL GOLGI

C'è da dire che gli enterocettori del tubo digerente e dell'albero bronchiale sarebbero a tutti gli effetti esterocettori, se si considera che i due condotti, respiratorio e bronchiale sono a contatto più o meno diretto col mondo esterno.

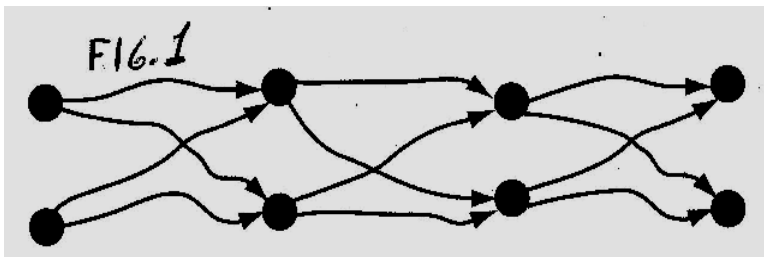
Per il Merriam Webster Dictionary, un organo di senso è un corpuscolo che riceve uno stimolo per esempio, onde sonore o caloriche e dà origine ad un'onda eccitatoria, in associazione con fibre nervose sensoriali. Queste inviano impulsi specifici al S.N.C., dove sono interpretati come sensazioni consequenziali attraverso i processi di elaborazione sopra descritti (acquisizione, filtraggio, trasformazione...). Le sensazioni sono il prodotto dei sensi. Quasi sempre lo stimolo sensoriale come l'onda sonora, è trasformato in un segnale elettrico e processato dal cervello. Invece, per i sensori prodotti dalla tecnica umana, quasi sempre è il computer ad avere mansioni omologhe. Non è possibile stabilire dove i sensi finiscano, iniziando la percezione. I due processi sono interconnessi. Secondo il Merriam – Webster Dictionary, la percezione è la consapevolezza dell'ambiente, ottenuta con la sensazione fisica.

Le sensazioni comprendono le seguenti proprietà:

- La visione
- L'udito
- Il gusto
- L'odorato
- Il tatto
- La temperatura
- Il dolore
- L'equilibrio statico
- La sensazione propriocettiva.

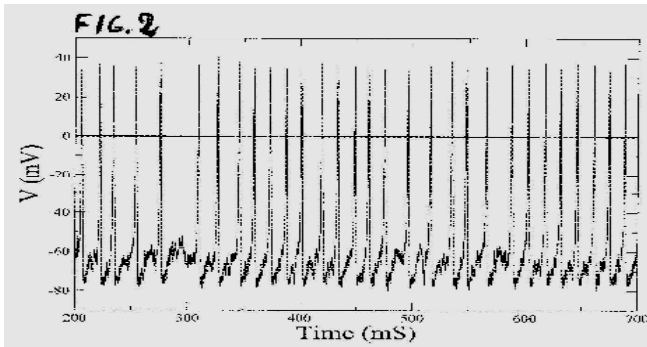
Relazioni degli spike.

1. Spike nervosi e catene sinaptiche. Ogni spike ha una determinata frequenza e velocità di propagazione all'interno di una fibra nervosa. La velocità media di uno spike è di 100 metri al sec.
2. Computazioni inconsce multiple ed in contemporanea.



La **fig. 1** indica una catena sinaptica, presente in molte aree della neocortex. In questo tipo di catena nervosa, l'attività neuronale si diffonde da sinistra verso destra. Secondo Seung. S. (2013), le idee sono rappresentate da neuroni, le associazioni di idee da connessioni tra i neuroni ed un ricordo è il prodotto elaborato all'interno di

un'associazione cellulare, o di una catena sinaptica in una specifica area neocorticale, come l'ippocampo. In questi tipi di catene neuronali, gli spike persistenti sarebbero la traccia della memoria a breve termine e le connessioni persistenti (relazioni interneuronali persistenti) la traccia della memoria a lungo termine. Questo fenomeno è indicato come memoria della doppia traccia. Per archiviare le informazioni per lunghi periodi, il cervello li trasferisce dall'attività alle connessioni; per rievocarla la trasferisce a ritroso, dalle connessioni all'attività.



La fig. 2 – indica una serie sincronizzata di *spike* nel sonno REM, quali si verificano in un intervallo di tempo $0 \rightarrow T$.

($t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$).

La sincronizzazione d'input a livello corticale formerebbe una specifica configurazione geometrica bidimensionale, corrispondente ad una immagine mentale.

2 - Computazioni inconse multiple ed in contemporanea.

Libet B. (1981), trovò l'esistenza di un ritardo temporale di circa 350-500 msec. intercorrente tra un evento cerebrale e la conseguente intenzione cosciente. Questo ritardo della percezione cosciente sarebbe da collegarsi a fenomeni di computazione inconscia che precedono un atto volontario spontaneo. L'arco temporale tra 350 e i 500 msec. sarebbe dovuto alla vastità delle catene neuronali che trasportano determinati spike: più ampia è l'area neuronale di attivazione e più ampio sarà l'intervallo di tempo fisico tra un evento cerebrale ed il conseguente processo cosciente. Più estesa è la catena neuronale di computazione inconscia e più vasta è la dilatazione temporale che l'accompagna: tra i 350 ed i 500 sec. Per Libet (1996 e 1999), il libero arbitrio non sarebbe la capacità di avviare l'azione, ma la possibilità di decidere se dar corso all'azione, o inibirla. Nel preciso momento in cui si manifesta l'intenzione cosciente (300-350 mil. sec. dopo l'inizio del potenziale di preparazione, ma 150-200 ml. sec. prima dell'effettivo inizio dell'azione), il ruolo della volontà – cioè il libero arbitrio - si svolgerebbe solo nel senso del controllo e dell'inibizione nei confronti di azioni predisposte in maniera del tutto inconscia, a livello neuronale.

Anche qui possiamo distinguere due elementi di base, collegati alle proprietà ed alle relazioni delle computazioni inconse:

- Proprietà: catene neuronali specifiche per determinate computazioni inconse.
- Relazioni: spike con un determinato percorso all'interno delle catene neuronali che effettuano computazioni inconse, in un dato lasso di tempo.

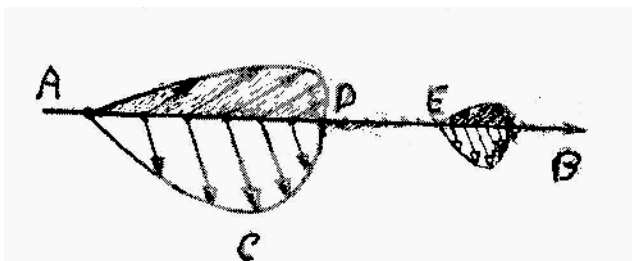


Fig. R

La figura **R** indica il picco elettrico di potenziale a livello di uno dei nodi del Ranvier.

AB = direzione dell'impulso nervoso cilindriassiale, o dendritico;

DE = assenza di potenziale elettrico a livello delle cellule di Swann (avvolgimento mielinico). Le forze elettriche sono indicate dalle frecce.

Le computazioni inconse sono eventi relazionali che alcuni collegano alla meccanica quantistica, pur non essendo chiari quali sub-particelle possano generarli.

Gli eventi relazionali generati dalle computazioni inconse sembrano rafforzare la teoria di Meinard Kuhlmann e coll. (2013) sulla inconsistenza di un reale mondo sub-atomico, come fino ad adesso è stato concepito. Stuart R. Hameroff, (2007, in Libet) ipotizza che negli stessi microtubuli del citoscheletro neuronale avvengano calcoli non deterministici. Nella rete dendritica corticale ricca di microtubuli, la consapevolezza emergerebbe solo in seguito alla sincronizzazione di sequenze elettriche, rilevabili con un comune EEG. Eventi elettrici conseguenti alla computazione quantistica discreta, in integrazione di fase con cicli neurocomputazionali precederebbero il vero processo da cui affiorerebbe l'evento cosciente. Stuart R. Hameroff ne è convinto: l'architettura neurocomputazionale del cervello esegue calcoli di tipo quantistico. Queste funzioni avverrebbero principalmente nei microtubuli intercalati nei dendriti corticali, tra loro congiunti da speciali giunzioni (GAP – JUNCTIONS), ma presenti solo nel cervello. Peculiarità dei dendriti neuronali sarebbe la *polarità mista* con corti microtubuli interconnessi (con direzione antiparallela) ad un contingente ordinato di altre microfibre intracellulari ed extracellulari. In accordo con la tesi di Meinard Kuhlmann sarebbe l'architettura neuro-computazionale del cervello a stabilire una fitta **connessione relazionale** tra molteplici catene neuronali. I calcoli di tipo quantistico sarebbero derivate consequenziali di tali relazioni.

Le connessioni relazionali tramite catene neuronali produrrebbero quindi molteplici computazioni inconse e farebbero emergere le immagini mentali. Ciò vale per le funzioni cerebrali legate alla memoria, all'emozioni ed all'eloquio. Essendo connessioni relazionali di rete in un livello inconscio, siamo ignari di queste funzioni e le diamo per scontate. Nei pazienti con gravi danni cerebrali, queste relazioni funzionali tra reti neuronali sono frammentarie e la relazione tra l'individuo ed il mondo circostante si confonde. Le interazioni col mondo sembrano bizzarre se 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, ma solo tramite un fitto processo di relazioni tra catene neuronali. Il cervello normale apprende da esperienze pregresse in modo diretto, od indiretto e di conseguenza costruisce l'esatta rappresentazione del mondo, secondo criteri della ricompensa e della punizione. Dai ripetuti incontri col mondo, le estese catene neuronali che formano l'insieme che definiamo *cervello* interpretano e valutano la serie degli impulsi sensoriali basati sull'esperienza, conscia ed inconscia.

Processi computazionali corretti di catene neuronali inter relazionate↔relazione corretta col mondo esterno.

Lo stato di veglia di sonno e di sogno come la risultante di computazioni inconse, prodotte dalle relazioni di numerosi nuclei cerebrali.

I nuclei del tronco cerebrale tra loro relazionati con lo stato di veglia sono:

1. la **formazione reticolare mesencefalica** o **sistema ascendente di attivazione reticolare** che invia massicciamente input al nucleo talamico, influenzando di conseguenza l'intera corteccia. Il ruolo di questa formazione è di disincronizzare la neocortex ad ampio raggio, facilitando non solo lo stato di veglia, ma anche il sonno REM.
2. i **nuclei colinergici mesopontini** si proiettano anch'esso verso il talamo. La loro funzione è di ridurre l'attività del nucleo reticolare talamico, parte del sistema del sonno, attivando di conseguenza i neuroni talamo-corticali responsabili dello stato di veglia.

3. i **nuclei midollari reticolari magnocellulari** hanno neuroni colinergici, o aspartatergici/glutatergici. Da essi si origina sia il contingente reticolo-talamico-corticale, sia il reticolo-ipotalamico-corticale. Le proiezioni di questi nuclei vanno alla formazione reticolare del mesencefalo al nucleo colinergico mesopontino, al telencefalo basale ed all'ipotalamo posteriore.
4. i **nuclei del locus coeruleus** si trovano nella parte dorsale del ponte con proiezioni noradrenergiche che influenzano alcune strutture cerebrali come il talamo, l'ippocampo e la neocortex. Il dinamismo del locus coeruleus è accentuato quando il soggetto è sveglio ed attivo, ma si riduce nello stato di veglia calma ed ancora di più nel sonno non-REM. Il locus coeruleus è del tutto quiescente nel sonno REM.
5. i **nuclei serotonergici del rafe anteriore** (o superiore) inviano serotonina (5HT) all'ipotalamo ed alla neocortex. Sono attivi nello stato di veglia con funzioni di supporto, causando a volte insonnia per alcuni giorni.

Tutte queste strutture del tronco cerebrale ricevono proiezioni collaterali da input sensoriali e vegetativi che ne stimolano l'attività. Gli input che partono dal tronco cerebrale sono spike d'immagini e nel sonno REM sono spike d'immagini oniriche.

I tre aspetti relazionali del sonno nel quale si origina il fenomeno del sogno.

- L'inizio del sonno è distinto da una temperatura corporea di 27°, rilevabile chiaramente un millimetro sotto la pelle. Si osserva anche il rallentamento del ritmo cardiaco e l'emissione di specifiche onde elettriche cerebrali. In questo stadio, si verificano alcuni tipi di visioni chiamate *immagini ipnagogiche*. Alcuni incubi avvengono in questa fase primaria del sonno.
- Il sonno paradossale è accompagnato da una totale mancanza del tono muscolare, mentre l'attività cerebrale si fa intensa. I movimenti oculari diventano rapidi (stadio REM: *rapid eye movement*). L'assenza di tono della muscolatura striata (volontaria) implica la stasi funzionale dei propriocettori specifici come i fusi neuro-muscolari e gli organi muscolo-tendinei del Golgi. La persona svegliata in questo stadio ricorda spesso di aver sognato. Per questo, si ritiene che la quasi totalità dell'attività onirica avvenga nel sonno paradossale. Durante la notte, si sogna con regolarità ogni novanta minuti indipendentemente dall'idioma di ognuno, dalla cultura, dalla religione, dall'habitat, dal grado di alfabetizzazione, dalle credenze individuali e collettive. Nel sonno paradossale, probabili sistemi neuronali con proiezioni immaginifiche sono relazionati alla sfera sensitiva. Nel sonno, questa connessione si riduce e si altera. Di conseguenza, questi sistemi neuronali entrano in uno stato di maggiore attività, non condizionati dalle sensazioni.
- Il sonno lento-profondo è contraddistinto dal tracciato elettroencefalografico con onde lente e di grande ampiezza.

Le osservazioni scientifiche ammettono che :

- Il sonno è un fenomeno biologicamente programmato.
- La sua durata non è casuale, ma ha una successione di stadi anch'essi standardizzati.
- Se è vero che il sogno propriamente detto avviene nel sonno paradossale, si può ammettere che anche l'attività onirica è un fenomeno programmato.
- Le immagini del sogno sono parte integrante l'io-onirico.
- Nel pensiero umano, sembra esistere un sostrato illogico ed irrazionale che nel sogno si manifesta nella sua interezza. E' come se nel sogno le immagini e l'io a queste collegato, si svincolassero dai binari della logica e dell'usuale spazio-tempo.
- Nel sonno, non si riduce la sensibilità esteroceettiva, propriocettiva ed interocettiva, ma cambiano

le modalità cerebrali di ricezione e di elaborazione del processo sensitivo in genere. Cambiano in particolare le componenti nervose tra loro relazionate durante la veglia. Per esempio, nel sonno paradossale c'è assenza del tono muscolare. Tutto ciò influenza l'atto di sognare, facendo emergere l'io-onirico che opera nella sfera immaginifica. Nello stato di sonno, input sensitivi provenienti per lo più dagli esterocettori ed enterocettori, continuano ad arrivare nel tronco encefalico, ma con intensità ridotta ed elaborati da reti neuronali meno complesse.

- Nell'incubo, c'è una chiara percezione di un pericolo imminente. Questo tipo di percezione proviene da una situazione onirica che ha tutti i caratteri della realtà, anche se angosciata. Nell'incubo, i tre parametri percettivi sono invertiti ed è come se gli esterocettori inviassero input al posto degli enterocettori ed i propriocettori al posto degli esterocettori.

Sogno fetale. C'è un'entità autonoma che è il feto. Questo nuovo organismo è relazionato ad un io in fieri, dove la sfera sensitiva va anch'essa formandosi e definendosi. Le ricerche di Ruckebusch Y. e coll., (1977) hanno dimostrato che immagini mentali sono presenti nello stato di veglia, ma anche in quello di sonno, nell'Uomo ed in molte specie di animali. Sogna la maggioranza delle specie di animali. Ciò si verifica anche nella vita fetale, come se le immagini oniriche fossero un correlato inscindibile della materia cerebrale. In feto di vitello all'8° mese di gestazione, Ruckebusch ha osservato stati di veglia e di sonno, simili a quelli rilevati in ruminanti adulti. Idem, in feto di agnello, in cui si manifestano fasi di sonno con onde lente al 4° mese di gestazione (la gravidanza è di cinque mesi), intervallati da fasi di veglia. In questi animali, i movimenti fetali sarebbero presenti, sia nello stato di veglia che nel sonno REM che occupa fino all'80% del tempo di registrazione. Da dove i feto di animali ricavano i correlati d'immagini oniriche per nutrire i loro sogni è un mistero, a meno che non si dia importanza all'aspetto relazionale del sogno. Cioè, il sogno farebbe parte di un vasto complesso di sensazioni e di percezioni, relazionate con l'esterno del proprio corpo in fieri e con impulsi in fieri del proprio organismo fetale.

Sono stati ipotizzati fenomeni di entanglement tra il feto col cervello materno, ma senza i conseguenziali ricordi perché nel feto, l'ippocampo non è ancora funzionante.

Sogno da adulto: io – corporeo che comprende l'io onirico. Questa compenetrazione sembra emergere nel fenomeno del sogno lucido, indicando la labilità del limite tra io - corporeo da svegli ed io onirico quando si dorme. Nei sogni lucidi, c'è la consapevolezza di stare vivendo, immersi in un sogno. C'è la certezza che l'ambiente in cui ci troviamo è la creazione della nostra Mente e di conseguenza possiamo manipolare a piacimento gli oggetti e gli eventi del sogno. E' stato dimostrato che input provenienti dall'ippocampo, o da altre aree neocorticali sono già immaginifici, ma nel processo di *trasduzione* saranno comparati e resi compatibili con altri solo nel momento in cui il soggetto desidera una determinata cosa, o vuole effettuare un determinato movimento, o raggiungere un preciso scopo. Queste comparazioni immaginifiche regolate dalla logica pensante, si attenuano nel soggetto dormiente e nel sogno le immagini mentali si associano secondo un criterio oscuro, forse dettato dall'ippocampo e dall'amigdala.

Attività relazionali tra gli IO.

Io-corporeo ↔ io desto ↔ immagini dell'io desto.

Io-corporeo ↔ io onirico ↔ immagini dell'io onirico.

Io corporeo in fieri (feto) ↔ immagini dell'io onirico.

RIASSUNTO

Gli eventi relazionali generati dalle computazioni inconse sembrano rafforzare la teoria di Meinard Kuhlmann e coll. (2013) sulla inconsistenza di un reale mondo sub-atomico, come fino ad adesso è stato concepito. Perfino lo Spazio – Tempo sarebbe una derivata senza alcun fondamento reale, anche se non esiste legge della fisica che per la sua formulazione non richieda l'uso dei concetti di Spazio e di Tempo. La profonda revisione dello Spazio-Tempo, prodotta dalla teoria della relatività fu una delle più grandi rivoluzioni nella storia scientifica. Al presente, è messa in dubbio l'effettiva esistenza del Tempo fisico, ritenendolo una convenzione umana, come lo è la moneta corrente, utile per scambi economici. Come l'utilizzo del denaro in economia per scambi di beni e di valori, così il concetto di tempo fisico avrebbe pratica importanza, finalizzata all'espletamento rapido dei calcoli matematici. L'effettiva mancanza del Tempo fisico implica l'esistenza solo di rapporti dinamici tra gli oggetti del mondo. In altri termini, il Tempo esisterebbe solo nella sua dimensione relazionale, anzi sarebbe un aspetto delle correlazioni tra oggetti e cose macro e microscopiche. Dalle unità relazionali, emergerebbe anche il Tempo mentale o psichico con la sua durata molto variabile, diviso per convenzione, in passato, presente e futuro.

Kuhlmann dice che alla base del mondo reale esistano solo **inferenze e proprietà**. Di conseguenza, ciò che un rivelatore di particelle sub-atomiche evidenzia è un grande numero di singole eccitazioni che un sensore mostra come tanti puntini e scie luminescenti con una 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 ed i puntini che il rivelatore in questione rileva non si sa quindi a cosa precisamente si riferiscano. Il dualismo onda/corpuscolo ha aggiunto altri enigmi che la fisica classica non arriva a risolvere. Le nuove vedute scientifiche hanno importanti conseguenze anche nelle neuroscienze per l'importanza fondamentale data alla dimensione relazionale ed alle proprietà intrinseche di ciascun oggetto, macro e microscopico del mondo reale. Basandomi su una nuova prospettiva d'indagine, ho effettuato una descrizione comparativa di alcuni organi e strutture del corpo umano ed animale. Nell'ultima parte del presente saggio, ho indagato la natura degli spike elettrici all'interno del sistema nervoso centrale e periferico. La nuova prospettiva aperta sull'anatomia comparata mette in risalto i rapporti meccanici e funzionali di una singola struttura con altre parti dell'organismo vivente, in un fitto sistema d'interrelazioni e di connessioni che ne sarebbero il reale sistema portante.

BIBLIOGRAFIA

- Damasio R.: *Mente, coscienza e cervello*. Le Scienze 376, Dicembre, (1999).
- Delmas A.: *Vie e centri nervosi*. UTET – Torino, (1997).
- De Marzano Orjan et all.: *Thinking Outside a Less Intact Box: Thalamic Dopamine D₂ Receptor Densities Are Negatively Related to Psychometric Creativity in Healthy Individuals*. PLoS one, Vol 5, Issue 5, (May, 2010).
- Fredkin, E.: *An Introduction to Digital Philosophy*, International Journal of Theoretical Physics, Vol. 42, No. 2: 189 – 247, (2003).
- Henshaw John M.: *A Tour of senses*. The Johns Hopkins Univ. Press. – Baltimore, (2012).
- Hepper PG, McCartney GR, Shannon EA: *Lateralised behaviour in first trimester human fetuses*. Neuropsychologia 36(6):531-534, (1998).
- Kuhlmann M.: *Physicists Debate Whether the World Is of Particles or Fields-or Something Else Entirely*. , in Stranford Enciclopedia of Philosophy, august (2013).
- Libet B.: *The Experimental Evidence for Subjective Referral of a Sensory Experience Backwards in Time: Reply to P. S. Churchland*, in Philosophy of Science, 48: 182-197, (1981).
- Libet B.: *Neural Time Factors in Conscious and Inconscious Mental Events*. in S. R. Hameroff - A. Kaszniak - A. Scott (a cura di): *Towards a Science of Consciousness*, MIT Press, Cambridge, (1996).
- Libet B. - A. Freeman - K. Sutherland: *The Volitional Brain: Towards a Neuroscience of Free Will*, Imprint Academic Thoverton, (1999).
- Metzinger Thomas: *Il tunnel dell'io*. Raffaello Cortina Editore – Milano, (2010).
- Ruckebusch, Y, Gajuoux, M., Eghbali, B.: *Sleep cycles and kinesis in the fetal lamb*. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 42:226-237, (1977).
- Seung S.: *Connettoma*, Le Scienze (La biblioteca delle Scienze) - Roma, (2013).
- Sinha Pawan: *Una volta ciechi, ora in grado di vedere*. Le Scienze, Settembre - 2013 pagg. 56 – 61, (2013).
- Yasuno F. et all.: *Low dopamine (d₂) receptof binding in subregions or the thalamus in schizophrenia*. Am. J. Psychiatry, 161: 1016 – 1022, (2004).
- Zeki S.: *A vision of the brain*. Blakwell, Oxford, (1993).
- Zhang J.: *REM sleep behavior disorder in psychiatric populations*. J. Clin Psychiatry. : 71 (8):1101-3, (2010).
- Zhu C.W., Sano M.: *Economic considerations in the management of Alzheimer's disease*. Clin Interv Aging. 1(2):143-54, (2006).
- Zuse K.: *The Way from the Computers Z1, Z3 and Z4 to Plankalkül*. ICCA Journal, Vol. 13, No. 2, pp. 55-68, (1990).

Come pubblicare su Neuroscienze.net

Neuroscienze è una rivista on-line di informazione scientifica che tratta tematiche di Neuroscienze, Psicologia e Scienze Cognitive.

Chi può collaborare?

Se sei un medico, un neurologo, uno psichiatra, uno psicologo, o se hai conoscenze specifiche di neuroscienze, psicologia o scienze cognitive in genere, **Neuroscienze** ti offre la possibilità di collaborare inviando i tuoi lavori.

Che percorso farà il tuo articolo?

Gli articoli ricevuti verranno considerati per la pubblicazione dall'[Editorial Board](#) e successivamente inviati ai referee per la valutazione.

Come devono essere gli articoli?

Per poter essere pubblicato su **Neuroscienze**, il tuo lavoro deve rispettare le prescrizioni contenute nella pagina "[LINEE GUIDA PER GLI AUTORI](#)".

Come inviare il tuo articolo?

Per inviare il tuo articolo a **Neuroscienze** devi essere registrato al portale ed aver effettuato l'accesso con username e password forniti al momento dell'iscrizione. A quel punto potrai accedere direttamente alla zona riservata ed inserire autonomamente il tuo articolo.

Linee Guida per gli Autori

Tutti i manoscritti sono soggetti a revisione redazionale. La presentazione di un articolo per la pubblicazione NON implica il trasferimento del diritto d'autore da parte dell'autore all'editore. Tutti i documenti sono pubblicati sotto [Licenza Creative Commons](#). E' responsabilità dell'autore ottenere il permesso di riprodurre immagini, tabelle, ecc da altre pubblicazioni.

Requisiti

Titolo, Autore e sottotitolo: titolo, nome dell'autore e un sottotitolo sono necessari.

Parole chiave (keywords): per motivi di indicizzazione, un elenco di 3-10 parole chiave è essenziale.

Abstract: Ogni articolo deve essere accompagnato da un Abstract di un massimo di 10 righe.

Note: Evitare le note a piè di pagina. Quando necessario, numerarle consecutivamente e riportare le diciture appropriate a piè di pagina.

Bibliografia: nel testo segnalare i riferimenti degli autori (cognomi ed anno di pubblicazione) tra parentesi. L'elenco dei riferimenti deve essere in ordine alfabetico secondo il cognome del primo autore di ogni riferimento. Il cognome di ogni autore è seguito dalle iniziali del nome. Si prega di citare tutti gli autori: 'et al.' non è sufficiente. A questi devono seguire: l'anno tra parentesi, titolo, rivista, volume e numero delle pagine.

Esempi:

Articoli pubblicati su Giornale: Gillberg, C. (1990). Autism and pervasive developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31, 99–119.

Libri: Atkinson, J. (2000). *The developing visual brain*. Oxford: Oxford University Press Oxford Psychology Series.

Contributi a Libri: Rojahn, J, e Sisson, L. A. (1990). Stereotyped behavior. In J. L. Matson (Ed.), *Handbook of behavior modification with the mentally retarded* (2nd ed.). New York: Plenum Press.

Pubblica un Articolo

Dopo esserti registrato al portale, invia il tuo articolo dalla pagina:

http://www.neuroscienze.net/?page_id=1054