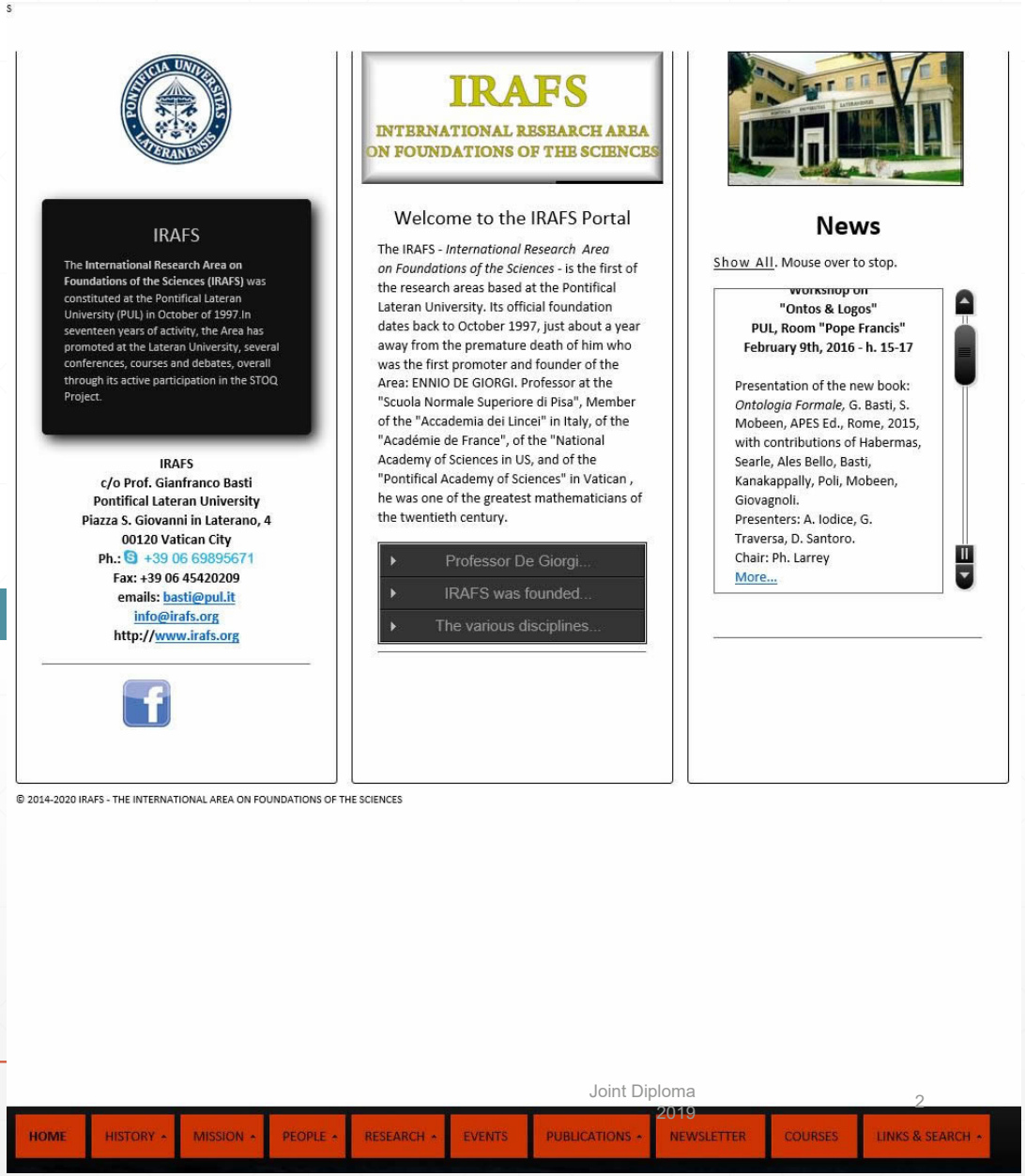
L'antropologia di S. Tommaso d'Aquino

e le Neuroscienze

Gianfranco Basti

Facolta' di Filosofia – Pontificia Universita' Lateranense – www.irafs.org

IRAFS website: www.irafs.org



Sommario

L'antropologia di
S. Tommaso d'Aquino
e le Neuroscienze
Gianfranco Basti
Facolta' di Filosofia – Pontificia Universita' Lateranense – www.irafs.org

Bibliografia

Parte I: le Basi Neurofisiologiche in Tommaso d'Aquino dell'Antropologia Duale
La distinzione fra immutatio naturalis e spiritualis nella fisica tomista della percezione

Parte II: Teoria dei campi quantistici come fisica fondamentale
E la dualita' forma-materia nei sistemi quantistici dissipativi

Bibliografia

Bibliografia

- BASTI G., Persona, Intersoggettività, Realtà. I Tre Pilastri della Relazione di Cura. In Carere-Comes T., Montanari C. (a cura di). *Atti del 5. Congresso SEPI (Society for Exploration of Psychotherapy Integration)-Italia: "Psicoterapia e Counseling: Comunanze e differenze", Roma 2 giugno 2012*. ASPIC Edizioni scientifiche, Roma 2013, pp. 59-107. (E' disponibile anche una versione spagnola del saggio, pubblicata nel 2018)

- BASTI, G., "The quantum field theory (QFT) dual paradigm in fundamental physics and the semantic information content and measure in cognitive sciences", In*: Representation and Reality in Humans, Other Living Organisms and Intelligent Machines,* Dodig-Crnkovic, Gordana and Giovagnoli, Raffaela (Eds.), Springer International Publishing, Berlin-New York, 2017, pp. 177-210. (https://doi.org/10.1007/978-3-319-43784-2_9).

- FREEMAN, W. J., & VITIELLO, G. Nonlinear brain dynamics as macroscopic manifestation of underlying many-body field dynamics. *Physics of Life Reviews, 3-2*(2006), 93-118

- BASTI G., *Il rapporto mente-corpo nella filosofia e nella scienza*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna, 1991 , 300pp. (Philosophia 8).

Parte I: le Basi Neurofisiologiche in Tommaso d'Aquino dell'Antropologia Duale

La distinzione fra *immutatio naturalis* e *spiritualis* nella fisica tomista della percezione

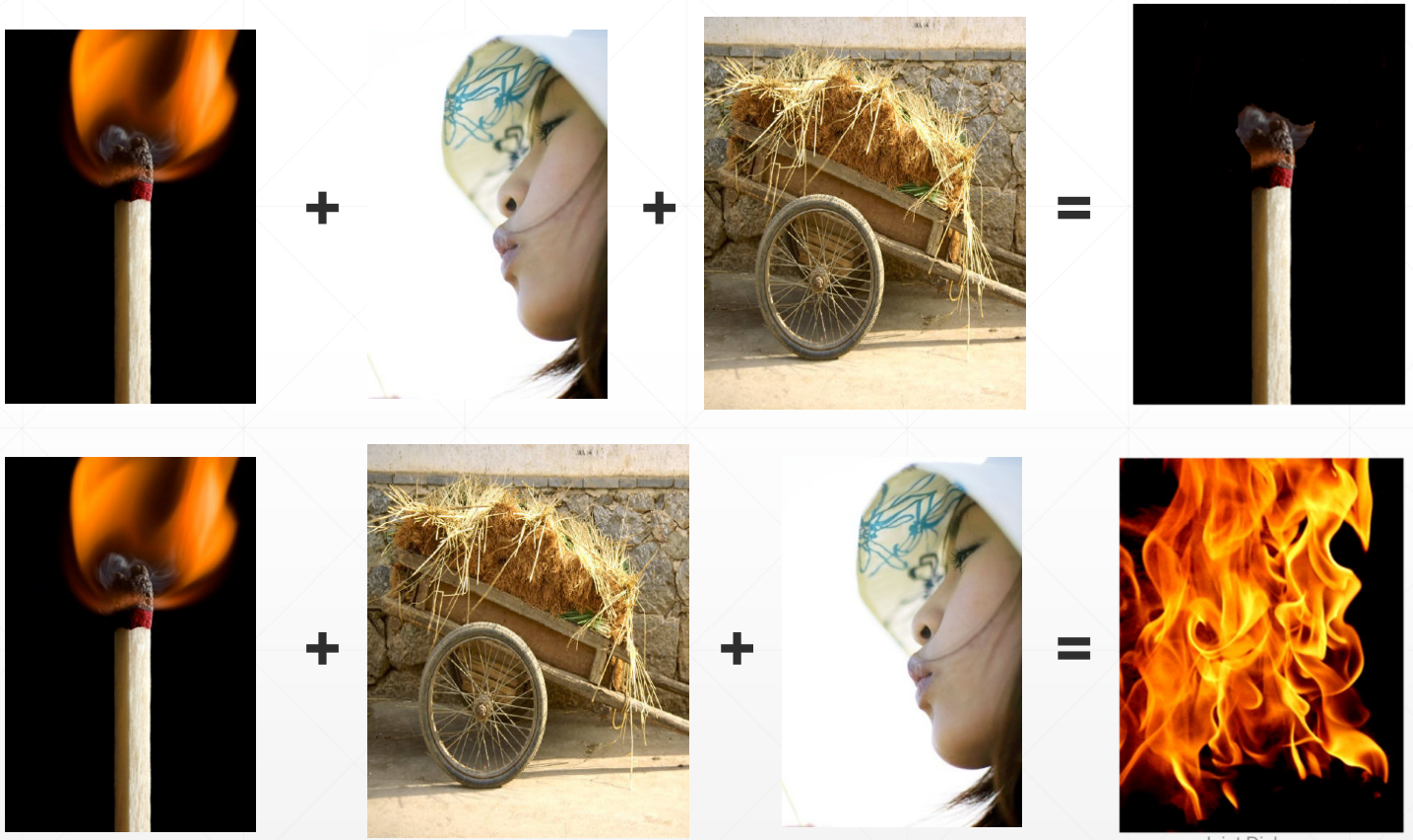
Teorie del mente-corpo

- Teorie dualiste, moniste, duali del rapporto Mente-Corpo:
  1. **Teorie dualiste**: mente = spirito nella macchina, due entità diverse che interagiscono (→ interazionismo: **incompatibile con la fisica e il I Principio**)
  2. **Teorie moniste:** mente = insieme di particolari funzioni del cervello (→ riduzionismo: **incompatibile con la logica:** cervello non è un computer)
  3. **Teorie duali:** anima come forma che ordina dinamicamente la materia per produrre l'unità del corpo vivente individuale umano = **persona** (→ ilemorfismo: "il corpo vivente è materia + forma").
     - **Quale rapporto fra ontologia duale** della persona e **approccio informazionale** nelle scienze biologiche e cognitive?

Persona Anima Mente Cervello Informazione

- **Anima (Tommaso):** forma sostanziale della persona, **immateriale** capace di sussistere *post mortem* (= stare da sola → = **sostanza**) → immortalità in senso religioso (e non (pseudo-)scientifico).
- **Mente (Hume):** insieme di funzioni psichiche: dell'anima, del corpo o di ambedue (= della **persona**?)
- **Forma come *dispositio* (≅ informazione = neghentropia ≡ ≡energia+ordine):** relazione di ordinamento di parti che **potrebbero** stare (ordinarsi) altrimenti
  - → Intrinseco legame dell'informazione con la probabilità (e la pseudo-probabilità) in matematica;
  - → Della forma (atto/determinazione) con la materia (potenza/indeterminazione) in ontologia.

Potenza del cambio di ordinamento…



Distinzione fra *immutatio spiritualis e naturalis*

- **Super Sent., lib. 4 d. 44 q. 2 a. 1 qc. 3 ad 2.** [...]-2 Si autem natum sit immutari tantum spiritualiter, non oportet quod immutetur naturaliter; sicut est de aere, qui non est receptivus coloris secundum esse naturale, sed solum secundum esse spirituale; et ideo hoc solum modo immutatur; sicut e converso corpora inanimata immutantur per qualitates sensibiles solum naturaliter, et non spiritualiter. In corporibus autem gloriosis non poterit esse aliqua immutatio naturalis; et ideo ibi erit **spiritualis immutatio** tantum.
- **Summa Theologiae I, q. 78 a. 3 co.** [...]-12 Spiritualis autem, secundum quod forma immutantis recipitur in immutato secundum esse spirituale; ut forma coloris in pupilla, quae non fit per hoc colorata. Ad operationem autem sensus requiritur **immutatio spiritualis,** per quam intentio formae sensibilis fiat in organo sensus. Alioquin, si sola immutatio naturalis sufficeret ad sentiendum, omnia corpora naturalia sentirent dum alterantur.

- **Summa Theologiae I, q. 78 a. 3 co.** [...]-14 Alioquin, si sola immutatio naturalis sufficeret ad sentiendum, omnia corpora naturalia sentirent dum alterantur. Sed in quibusdam sensibus invenitur **immutatio spiritualis** tantum, sicut in visu. In quibusdam autem, cum immutatione spirituali, etiam naturalis; vel ex parte obiecti tantum, vel etiam ex parte organi.

- **Sentencia De anima, lib. 2 l. 14 n. 20.** [...]-4 Non enim sic recipitur species sensibilis in sensu secundum illud esse quod habet in re sensibili. Patet autem quod in tactu, et gustu, qui est tactus quidam, fit alteratio naturalis; calefit enim et infrigidatur aliquid per contactum calidi et frigidi, et non fit **immutatio spiritualis** tantum. Similiter autem immutatio odoris fit cum quadam fumali evaporatione: immutatio autem soni, cum motu locali.

Proprieta’ dei corpi trasparenti (*diaphaneitas*) e quindi degli spiriti corporei nei corpi animali

- Propter **aliam rationem diaphaneitatis** in medio perspicuo, sequitur quod medium recipiat alio modo speciem coloris quam sit in corpore colorato, in quo est diaphanum terminatum, ut infra dicetur. **Actus enim sunt in susceptivis secundum modum ipsorum**: et ideo color est quidem in corpore colorato sicut **qualitas completa in suo esse naturali**; **in medio autem incompleta secundum quoddam esse intentionale; alioquin non posset secundum idem medium videri album et nigrum.** Albedo autem et nigredo, prout sunt formae completae in esse naturali, non possunt simul esse in eodem: sed secundum praedictum esse incompletum sunt in eodem, quia iste modus essendi propter suam imperfectionem appropinquat ad modum quo aliquid est in aliquo in potentia. **Sunt autem in potentia opposita simul in eodem**. (De Sensu tr.1, 5, 4)

La teoria della *medieta'* del senso in Aristotele

- La teoria aristotelica della sensazione infatti, l'atto recettivo dei sensi esterni è tutt'altro che una semplice recezione passiva meccanica e deterministica, come afferma il sensismo empirista, ma implica sempre un atto discriminativo nella "memoria dinamica" di ciascun senso fra diverse recezioni. In tale atto consiste appunto la componente intenzionale della sensazione. Tale capacità discriminativa del senso dipende dalla cosiddetta teoria aristotelica della medietà della sensazione (De An., II,11,423b,30-424a,9). Cioè dipende dalla capacità della parte più interna di ciascun organo di senso (e dalla presenza degli spiriti corporei in essa) di trovarsi in una condizione dinamicamente "media" fra differenti possibili stati finali, rispetto ad un insieme di stimoli ricevuti dall'oggetto, tutti virtualmente coesistenti nel continuo dinamico (temporale) dell'organo di senso nel suo funzionamento (De An., III,2,46b8-427a,17). La scelta di uno di questi stati significa quindi un vero e proprio atto di discriminazione fra un insieme di possibili evoluzioni della dinamica indotta dagli impulsi dall'esterno, resi coesistenti o simultanei dalla particolare struttura fisica dell'organo. In tal modo, l'atto di riconoscimento, l'atto di "ricevere la forma dell'oggetto senza la sua materia" (De An., II,12,424a,19) consiste nell'estrazione di un'invariante dinamico dall'interno di un processo fisico complesso indotto dalla stimolazione esterna (p.191).

Spiriti corporei e cervello

- **Super Sent., lib. 3 d. 13 q. 2 a. 1 arg. 1.** [...]-1 Videtur, quod Christus non sit caput Ecclesiae secundum quod homo. A capite enim **spiritus animalis** ad membra diffunditur. Sed spiritus sanctus non diffunditur in Ecclesiam a Christo secundum quod homo, sed inquantum Deus…

- **Super Sent., lib. 4 d. 49 q. 3 a. 2 co.** [...]-16 Sic ergo causa formalis propria delectationis est operatio connaturalis habitus non impedita; materialis autem causa delectationis accipienda est ex parte subjecti ejus. Subjectum autem delectationis et omnium animae passionum est **spiritus animalis,** qui est proximum instrumentum animae in operationibus quae per corpus exercentur.

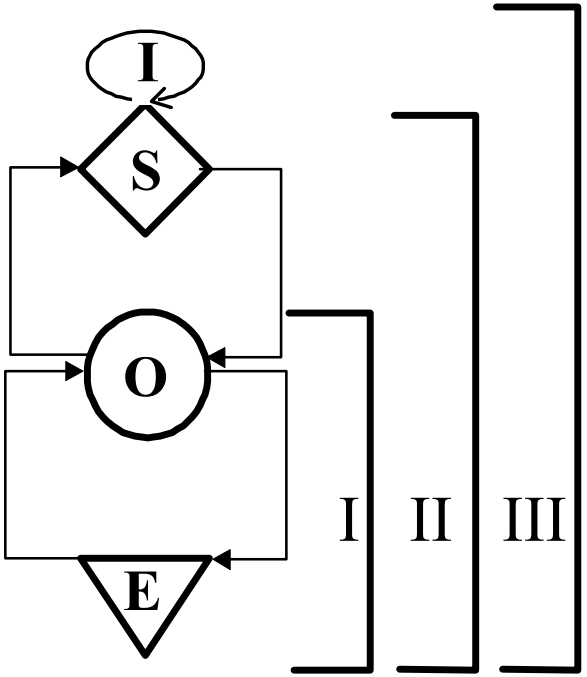
Spiritus corporeus nella genetica tommasiana

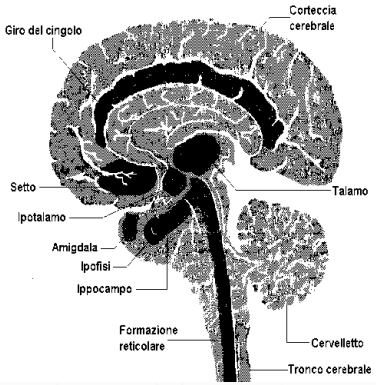
- **De malo, q. 4 a. 8 ad 13.** Ad decimumtertium dicendum, quod imaginatio est vis quaedam in organo corporali; unde ad speciem imaginatam mutatur **spiritus corporeus,** in quo fundatur vis formativa, quae operatur in semine; et ideo interdum aliqua imitatio fit in prole ex imaginatione parentis in ipso coitu, si sit fortis. Sed infectio peccati, maxime actualis, totaliter manet in anima, et non pertinet ad corpus.

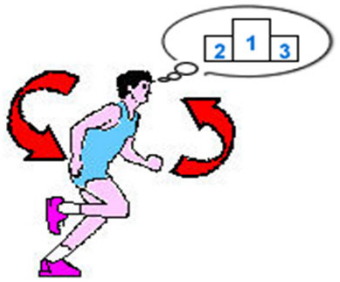
In conclusione…

- In particolare, *l'immutatio spiritualis* in quanto causalità formale che opera sul flusso degli "spiriti corporei" nei muscoli, negli organi di senso, nei nervi e finalmente nel cervello evidenzia la funzione degli spiriti corporei stessi, non come impossibile "medio" fra un'anima separata e il corpo come nei dualismi platonico – e nella modernità – cartesiano, ma come *causalità dispositiva* sulla materia del corpo in grado di farne **una totalità organizzata**, **espressione fisica ed empirica della causalità formale dell'anima sul corpo**, in grado cioè di ordinare le relazioni fra cause agenti e relativi suppositi materiali a produrre determinati effetti.
- In tal, modo il "corpo animato" del vivente diventa caratteristicamente capace di ***actio immanens*** ai **tre livelli possibili di questo auto-controllo del vivente nella sua totalita' sulle azioni dei suoi organi**, cioè della loro ***esecuzione, forma, e fine*** che, secondo la filosofia aristotelica della natura vivente, sintetizzata nella metafora "cibernetica" della costruzione della nave, caratterizzano **le tre specie di operazioni vitali: *vegetativa, senso-motoria e razionale***, e quindi ***i tre regni dei viventi*: vegetale, animale, e umano.**

Schema informazionale/intenzionale dei tre livelli dell'*actio immanens*

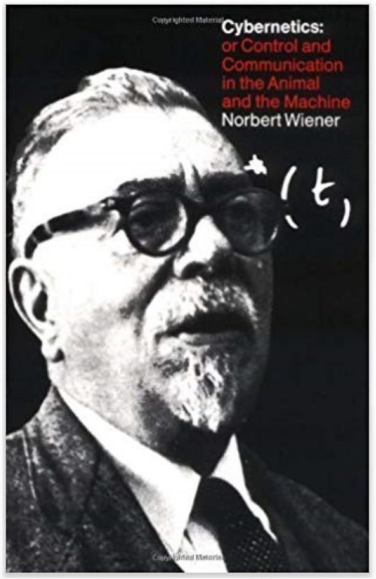






Cybernetics: A Theory of Communication and Control in the Animal and in the Machine

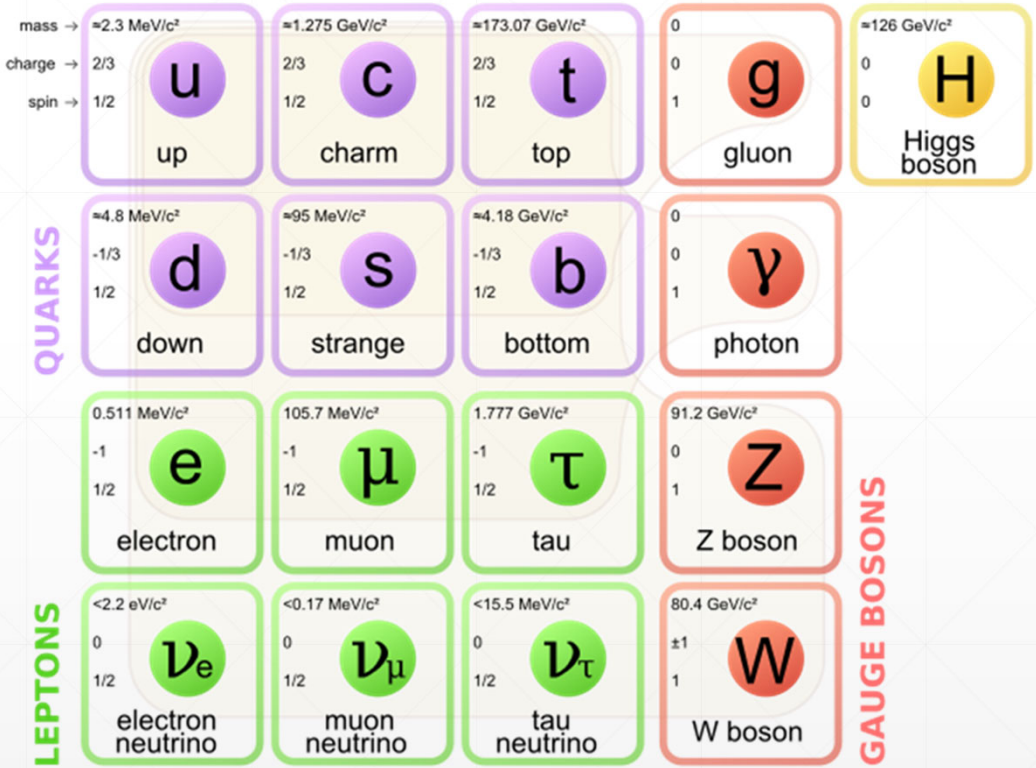
- Nella *seconda parte* della lezione, partendo dalla *Cibernetica* di Norbert Wiener come “teoria della comunicazione e del controllo nell’animale e nella macchina” che si pone esplicitamente come *operazionalizzazione* (teoria matematico-sperimentale di tipo galileiano) della metafora aristotelica del vivente, estesa nella sua *Seconda Edizione* alla stessa genetica dopo la scoperta di Watson e Crick della “doppia elica” del DNA, si discuterà della stretta relazione fra le due *immutationes* tommasiane e la distinzione *input energetico* e *informazionale,* che caratterizza le scienze biologiche contemporanee, neuroscienze incluse.

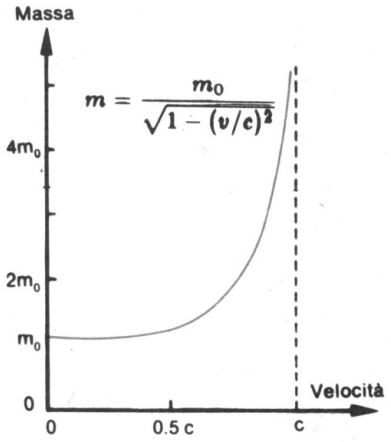


Parte II: Teoria dei campi quantistici come fisica fondamentale

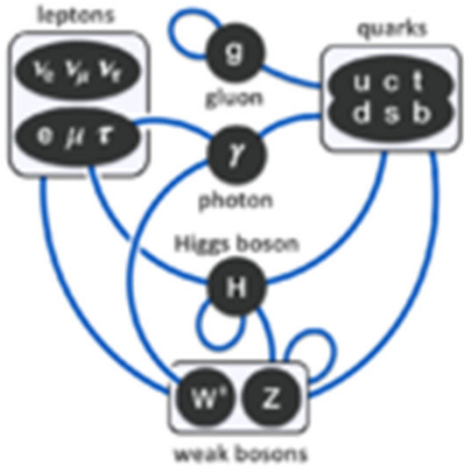
E la dualita' forma-materia nei sistemi quantistici dissipativi

La fisica fondamentale quanto-relativista. Il Modello Standard

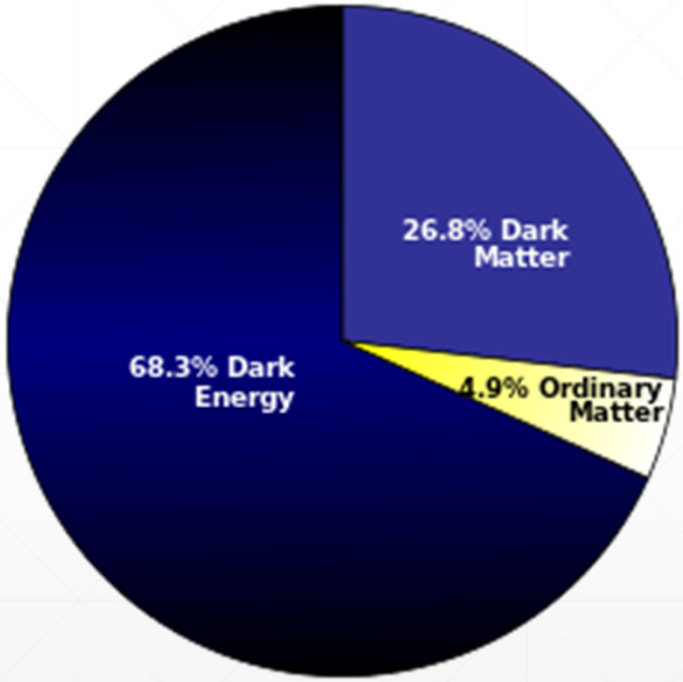




Nel **Modello Standard della QM,** i fermioni (quark e leptoni (elettroni e neutroni) nelle loro tre famiglie (colonne)) sono concepiti come **particelle** e I **bosoni di gauge** (gluoni, fotoni e bosoni Z, W) sono concepiti come quanti dei relativi **campi di forza** (forte, elettromagne-tica e debole, rispettivamente



La fisica fondamentale oltre il Modello Standard (MS)



Problemi insoluti del MS:

1. Perche' espansione universo **accelera** (= energia oscura)
2. Perche' materia prevale sull'**antimateria**
3. Cos'è la **materia oscura**
4. Esistevano **dimensioni spazio-temporali ulteriori** oltre le 4 attuali all'inizio dell'universo come le **teorie di stringa** prevedono?

Scoperta sperimentale che neutrino **hanno massa** → confutazione MS come **teoria ultima** dei costituenti materia (Premio Nobel 2015).

MS spiega **meno del 5% della materia** (massa-energia) che costituisce universo, la cosiddetta **materia ordinaria**.

Teoria quantistica dei campi (QFT) come «Teoria di Campo Termico»

- Nella QFT anche i fermioni (quark, elettroni e neutrini) devono essere considerati quanti di campi di forza **materiale** e non solo i bosoni di gauge (fotoni, gluoni e W-Z) che sono quanti di campi di forza **di interazione**
- Il **campo di forze** e non la **particella** devono essere considerati come l'entità fisica fondamentale → **visione dinamica e non meccanica** della natura fisica.
- Questo **cambio di paradigma nella ontologia fisica** è legata alla scoperta fondamentale del **continuo dei campi quantistici** ovvero del **vuoto quantistico (VQ)** $|0\rangle$ come opposto al **vuoto meccanico** della fisica newtoniana.
- Con QV si intende in quantistica il **continuo dinamico** dei campi quantistici al loro **stato energetico fondamentale** che è sempre con $T > 0°K$ a causa del **III Principio della Termodinamica**La nozione di QV è infatti l'unica possibile spiegazione del **III Principio della Termodinamica** ("L'entropia di un Sistema si approssima ad un valore costante man mano che la temperatura si approssima allo zero assoluto (-273°C = 0°K)
- Infatti, **il Premio Nobel (1921) Walter Nernst**, per primo ha scoperto che per una data mole di materia (ovvero, un insieme di un numero di Avogadro di atomi o molecule), per termperature vicine allo 0 assoluto, T_0, **la corrispondente variazione di entropia ΔS diventerebbe infinita** (si dovrebbe dividere per 0, visto che l'entropia va a 0 prima della temperatura) .

La nozione di QV *vs.* nozione di vuoto meccanico

- Nernst prese il Nobel per aver dimostrato che per evitare questa catastrofe dobbiamo supporre che la **capacità calorica *C* di una mole di materia non è costante, ma si annulla** nel limite $T \rightarrow 0$, così da rendere ΔS finita, come deve essere

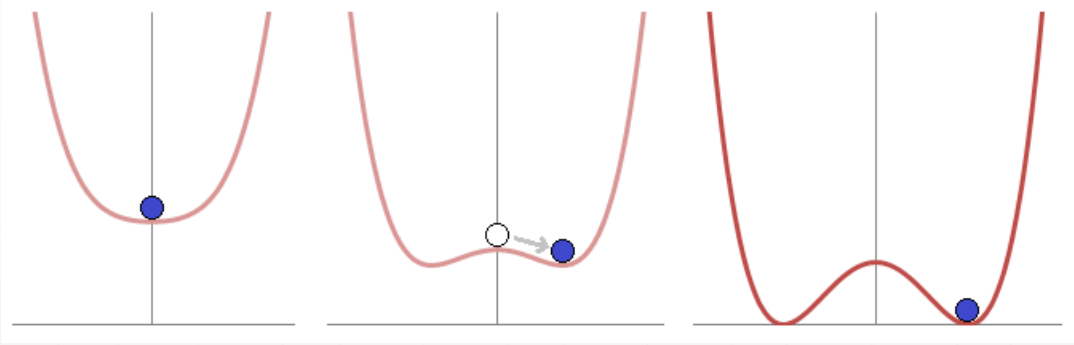
- → Vicino allo 0°K, **vi è una non-corrispondenza** fra la variazione del contenuto di energia di un corpo e il contributo di energia da una sorgente **esterna**. Possiamo evitare questo paradosso che violerebbe il I Principio solo ipotizzando che questa misteriosa inesauribile **sorgente interna di energia sia il vuoto.** Questo implica:

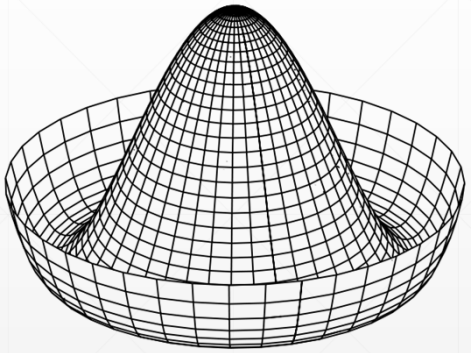
  1. Lo 0°K (zero assoluto) **è irrangiungibile per qualsiasi Sistema fisico**.
  2. Vi è **un'inevitabile oscillazione dei costitutenti della materia** a qualasiasi livello di organizzazione della materia (**foliazione del vuoto)**.
  3. **Ontologicamente,** nessun sistema fisico può considerarsi isolato nel vuoto meccanico.

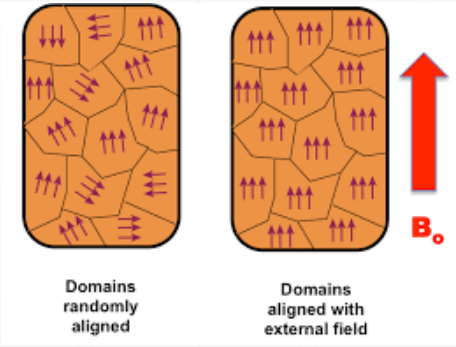
     - "Il vuoto diventa **un ponte che connette tutti gli oggetti fisici tra di loro**. **Non esiste alcun corpo isolato** e l'attore fisico fondamentale non è più la particella, ma il campo cioè la distribuzione spaziale di particelle che varia nel tempo. Le particelle diventano "quanti" di questi campi di materia, proprio come I fotoni sono quanti del campo elettromagnetico" (Del Giudice).

Il principio della rottura spontanea di simmetria del VQ e il Teorema di Goldstone

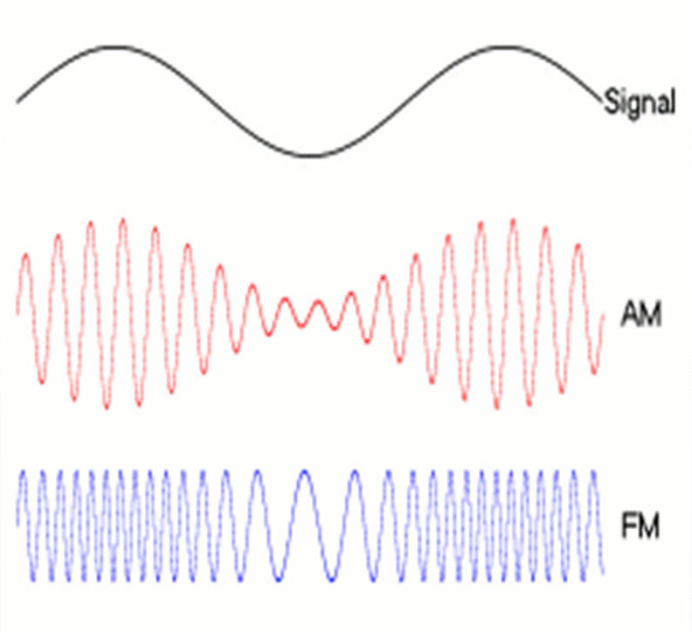
- Ogni sistema fisico al suo **livello fondamentale (QFT) è un sistema energeticamente aperto** e la sua struttura complessa è il risultato di molteplici **rotture spontanee di simmetrie** del VQ (= ordinamento in fase di campi → atomi→molecule→composti molecolari→… gerarchizzati (=**foliazione del vuoto)**
- Tutto questo è espresso nel fondamentale **Teorema di Goldstone** che è alla base della fisica e della cosmologia quantistico.

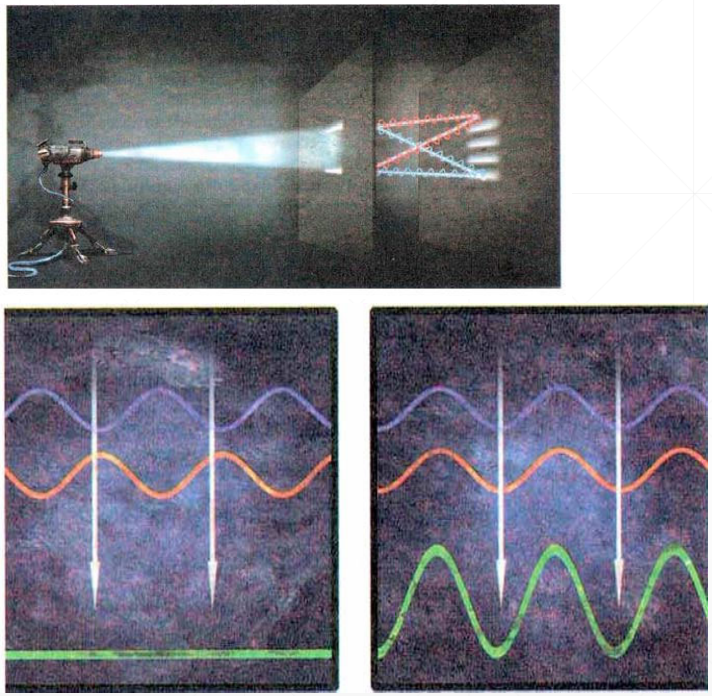






Cuore della quantistica: la coerenza di fase della funzione d'onda, *statistica* (QM), *fisica* (QFT)





Coerenza di fase e **integrali di percorso** (somma di tutti i percorsi) di una particella quantistica

QM *vs* QFT nella spiegazione della dualità particella-onda

- Perciò nella QFT vale una **relazione di indeterminazione** simile a quella di Heisenberg della QM, ma che non pone in relazione **due diverse *rappresentazioni,*** particellare *versus* ondulatoria, collegate mediante la **nozione statistica** di **funzione d'onda di Schrödinger**, cioè

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$$

  - Dove, *x* è la posizione e *p* è la quantità di moto (*mv*) della particella e $\hbar$ è la costante di Planck.

- In QFT la dualità particella-onda pone in relazione stati dinamici ovvero **fasi di campi di forza fisici e dei relativi quanti,** cioè l'incertezza fra il numero dei quanti e quella sulla fase dei rispettivi campi, secondo la relazione di indeterminazione:

$$\Delta n \Delta \varphi \geq \varphi(\hbar)$$

  - Dove *n* è il numero dei quanti del campo di forza, e φ è la fase del campo. Se ($\Delta n = 0$), φ è indefinita (= nessuna coerenza di fase), così che è sensato trascurare l'aspetto ondulatorio-collettivo, in favore **del comportamento individuale o "particellare".** Viceversa, se ($\Delta\varphi = 0$), *n è* indefinito perché un gran numero di quanti (particelle) stanno oscillando in una fase ben definita. In questo caso sarebbe insensato descrivere il fenomeno in termini di comportamento individuale di particelle perché **I modi collettivi** del campo di forze prevalgono (= ***quantum entanglement***).

Al cuore della QFT: quantum entanglement e velocità di fase

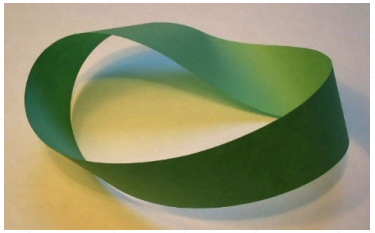
- Distinzione velocità del segnale (*v)* velocità di fase (v_P) nei fenomeni oscillatori.
- **Velocità di fase (= del fenomeno coerente come un tutto)** maggiore di *c* senza violare *c* (=nessun segnale materiale (massa/energia) inviato con $v > c$)
- Ovvero in quantistica:
  - $E=mc^2$; $p = mv$

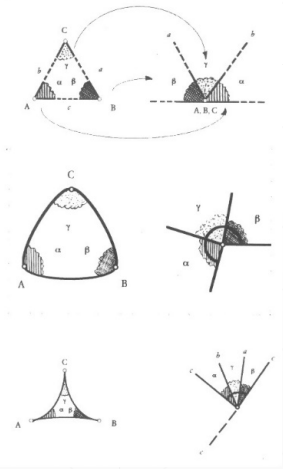
$$v_P = \frac{E}{p} = \frac{\gamma mc^2}{\gamma mv} = \frac{c^2}{v}$$

  - **Non è una violazione di *c* perché non c'è alcuna quantita' di materia (massa/energia) trasmessa a velocita' superluminale (> *c*). È una propagazione di forma, una evidenza fisica di causalità' formale!**

Rappresentazione topologica del quantum entanglement in QFT

Gli spazi topologici sono spazi in cui sono ammesse solo trasformazioni continue (stiramenti, ripiegamenti, torsioni…) senza strappi, cosicché sono possibili solo **trasformazioni graduali** che tuttavia riguardano simultamenamente **tutti gli oggetti definiti su quello spazio.**





Intuitivamente, pensiamo alla curvatura di uno spazio piano che cambia simultaneamente gli angoli di tutte le figure geometriche definite su di esso, senza necessità di inviare alcun segnale fisico fra di loro → rappresentazione geometrica di un **quantum entanglement** come coerenza di fase di campi quantistici mediamte cui nuovi comportamenti collettivi emergono.

Viviamo in un mondo dinamicamente continuo

Campo come realtà duale: bosoni Goldstone (forma)/bosoni di gauge (materia)

- Forma (= coerenza locale del VQ) organizza materia (massa/energia) sempre in **tempo reale** = «istantaneamente»
- Distinzione in QFT fra quanti di energia del campo di forze (bosoni di *gauge*, p.es. fotoni) quanti dei **modi coerenti di interazione del campo (bosoni di Nambu-Goldstone),** con differenti nomi in base ai diversi tipi di condensati (di quanti) di materia di cui ordinano i relativi campi: **fononi** (oscillazione meccanica), **magnetoni** (oscillazione vettori magnetizzazione), **polaroni** (oscillazione campi dipolo), …
- Essi → svaniscono senza residui con lo stato coerente della materia che essi ordinano senza violare I Principio → **sono quanti di forma e non di energia (materia).**
- Esempi nella materia condensata (=fenomeni coerenza **macroscopici** basati su eventi quantistici **microscopici**): cristalli, superconduttori, ferro-magneti, bio-chimica, neuro-dinamica...

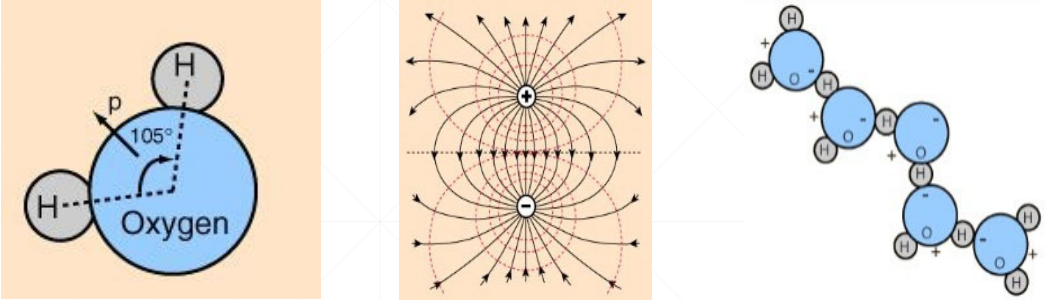
Ontologia duale della realtà biologica

- QFT dissipativa = **anello mancante** della biochimica e della morfogenesi in biologia.
- Ogni struttura/funzione biologica = insieme spazio-temporale ordinato di reazioni chimiche.
  - Ma forze chimiche (e.g., Van der Waals forces) agiscono solo a **breve distanze:** chi organizza traffico molecolare per porre "dinamicamente vicino" molecola e suo reagente?
  - Il solo modo per "canalizzare" in maniera efficace le molecole, ciascuna oscillante con frequenze caratteristiche che dipendono da leggi quantistiche (=VQ), consiste nel sottometterle a dei campi elettromagnetici, oscillanti anch'essi secondo specifiche frequenze. In tal modo ***molecole specifiche si possono riconoscere l'un l'altra anche a distanza*** ed in mezzo ad una moltitudine di altre molecole (Frölich, 1968) (Popp & Yan, 2002).
- **= Meccanismo epigenesi**: è l'ambiente (int/est) che attiva/disattiva sotto-sequenze DNA → **specializzazione cellulare** → individualità biologica (auto-organizzazione **tutto/parte**)

Dipolo elettrico dell'acqua e delle macromolecole organiche

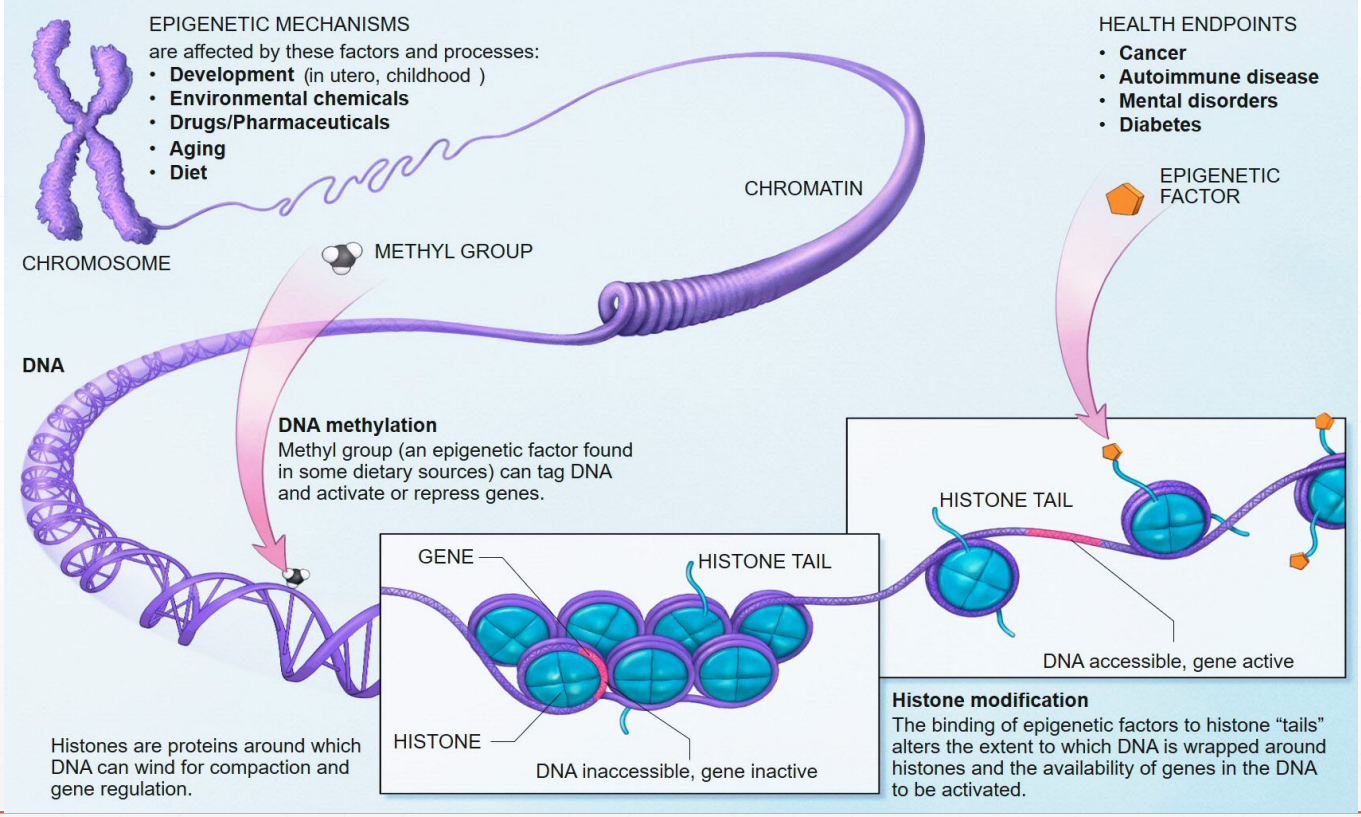
- Il mezzo materiale in cui tali campi elettromagnetici (dipolo) di riconoscimento si attivano è **l'acqua**, che costituisce l'80% della massa dei nostri corpi e > 90% delle nostre molecole, in cui tutte le proteine, tutte le cellule, tutti i tessuti, neuroni inclusi, del nostro corpo sono immersi, ed in cui soltanto **tutte le biomolecole sono chimicamente attive (acqua = matrice della vita)**
- Quindi, per sintetizzare, "la materia vivente può essere considerata come un insieme di dipoli elettrici la cui simmetria rotazionale (= equivalenza di tutte le direzioni nello stato di VQ, N.d.R.) è stata rotta" ((Vitiello G. , 2010), p. 16. Per l'apparato matematico della teoria, cfr. (Celeghini, Rasetti, & Vitiello, 1992; Vitiello G. , 1992; Del Giudice & Vitiello, 2006)). → **Vita come «stato coerente della materia».**

Dipolo dell’acqua, campi di dipolo nelle mole ole organiche



Struttura asimmetrica della molecola d’acqua con la direzione del momento di dipolo *p* che punta verso gli atomi di idrogeno *H* che creano una carica positiva. (Centro) Il potenziale elettrico di un dipolo (line nere continue) che mostrano una simmetria a specchio intorno al punto centrale del dipolo. Le linee di forza del dipolo sono ovunque perpendicolari alle linee di forza del campo elettrico (line tratteggiate rosse). (Destra). Il legame molecolare dell’acqua dipende dal momento di dipolo, a causa della distribuzione asimmetrica delle cariche di dipolo in ciascuna molecola d’acqua. Da questo dipende una quantità di proprietà tipiche dell’acqua. Per esempio, la proprietà del cosiddetto “film di superficie” dell’acqua allo stato liquido (sulla superficie sferica di una goccia d’acqua). Essa dipende dal fatto che le molecole sulla superficie del film, non avendo altre molecole al disopra, hanno dei legami molecolari reciproci molto più forti di quelli delle molecole sottostanti. Di qui la capacità di certi insetti molto leggeri di “camminare sull’acqua”

Epigenetica: studio dei cambiamenti ereditari nel fenotipo senza modificare DNA



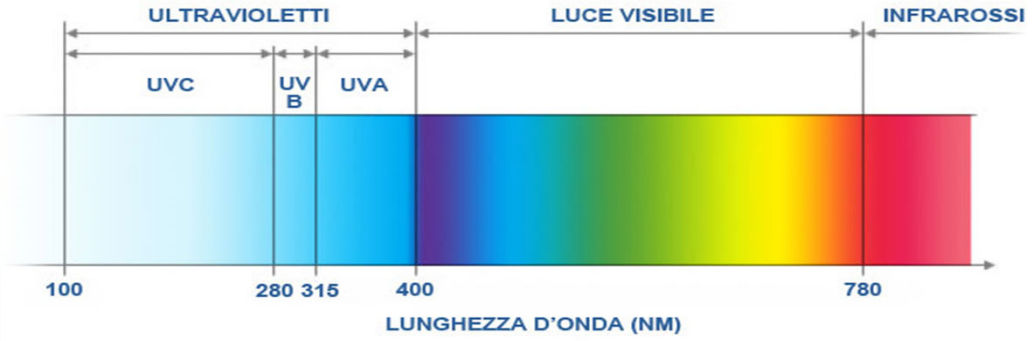
Il *fine tuning* (regolazione fine) della vita

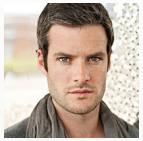
- Per capire in maniera intuitiva quanto stiamo dicendo, ogni funzione biologica è costituita da **una sequenza ordinata di reazioni chimiche**. Il principio di *ordinamento dinamico* di esse suggerito dalla QFT è il seguente. Il campo di dipolo oscillante che si propaga nell'acqua, risuonando con le frequenze appropriate di alcune bio-molecole, **le avvicina dinamicamente** rendendo possibile una serie **ordinata** di reazioni chimiche.
- Per capirci, si tratta del fenomeno ben noto della "risonanza", quello per cui se faccio vibrare la corda di una chitarra premendo un tasto, così da produrre una certa nota, un'altra corda **distante** che, se pizzicata produce la stessa nota, comincerà spontaneamente a vibrare.
- Tornando alle nostre molecole oscillanti, una volta che avendo risuonato con l'onda portante che si propaga nel mezzo acquoso, esse è come se fossero state avvicinate all'appropriato reagente **così da rendere possibile una data reazione chimica**, essa libererà dell'energia che, a sua volta modifica la frequenza di vibrazione del campo circostante → **risuoneranno così altre molecole → altra reazione ordinata in sequenza, etc.**

La vita come «sinfonia»

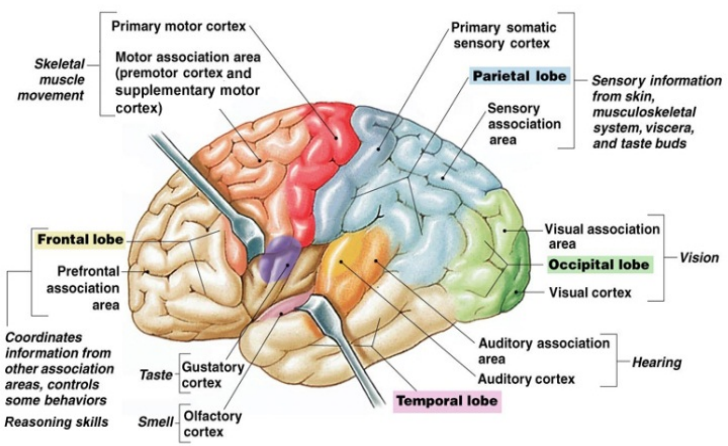
- Tornando all'esempio musicale, la dinamica «cambia nota», così che essa risuonerà con altri tipi di molecole, rendendo possibili altre reazioni chimiche, e via di seguito.
- Un po' come in musica, più note che suonano insieme fanno un accordo e tanti accordi in sequenza formano una melodia: la melodia – e poi la sinfonia – **la sinfonia della vita**!
- In altri termini, l'oscillazione coerente di campi e molecole determina nel sostrato materiale dei "domini di coerenza" (accordi e melodie) che si propagano, si diffondono, o si riducono e si dissolvono, secondo precise leggi dinamiche e **in tempo reale,** determinando il "controllo fine" (*fine tuning*) delle innumerevoli reazioni e processi fisico-chimici che costituiscono **strutture** (dai composti proteici, alle cellule, ai tessuti, agli organi…) e **funzioni** (cellulari, organiche, etc.) proprie dei viventi.

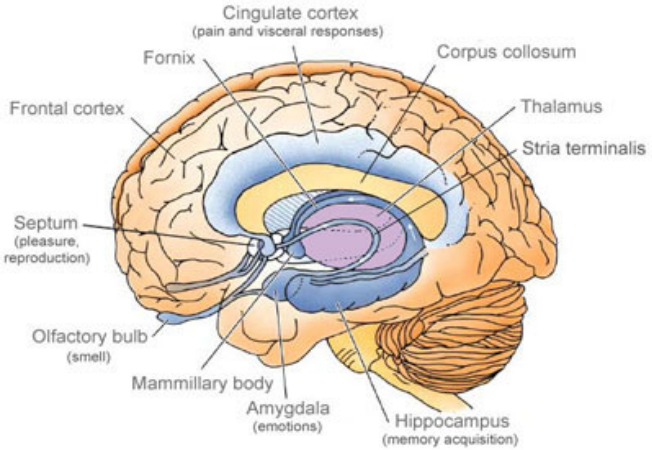
Coscienza intenzionale come entanglement quantistico cervello-ambiente





Mappa del cervello intenzionale





(**Sinistra**). La *corteccia cerebrale* costituisce gran parte di quella cosiddetta "materia grigia", formata da decine di miliardi di neuroni, che ricopre la superficie dell'encefalo umano. Nella figura, alla "materia grigia" della corteccia sono state date diverse colorazioni, così da evidenziare in particolare la localizzazione della corteccia sensoria e della corteccia associativa nel cervello umano. Sono queste parti della corteccia infatti a svolgere la funzione di integrazione dei dati percettivi elaborati dai sensi esterni. Si può constatare inoltre la vicinanza spaziale e funzionale della gran parte della corteccia sensoria con quella motoria, così da evidenziare anche neurologicamente l'unità dell'operazione senso-motoria. Infine si può notare quella notevole predominanza della corteccia associativa sugli altri due tipi di corteccia che è tipica dell'uomo rispetto agli altri mammiferi.
(Destra). La parte colorata in scuro evidenzia quell'insieme di strutture sub-corticali che vanno sotto il nome di *sistema limbico.* A queste strutture, mediante la loro stretta interazione dinamica con quelle corticali, sono devolute le funzioni di "memoria a lungo termine" (ippocampo) per il "riconoscimento" degli oggetti percettivi e la loro "valutazione emotivo-istintiva" (amigdala) e quindi il controllo della risposta comportamentale "istintiva" alla presentazione percettiva degli oggetti. Per quest'ultima funzione è da notare in particolare il ruolo della corteccia cingolata ("dolore") e del setto ("piacere sessuale"), in stretta connessione con il sistema ghiandolare ed in particolare con la ghiandola dell'ipofisi. Dall'insieme di queste strutture dipende in gran parte il controllo ormonale del comportamento emotivo, in particolare l'aggressività (in relazione con le ghiandole surrenali) e la libido sessuale.

Teoria dei campi neuronali in QFT di Freeman, Kozma & Vitiello

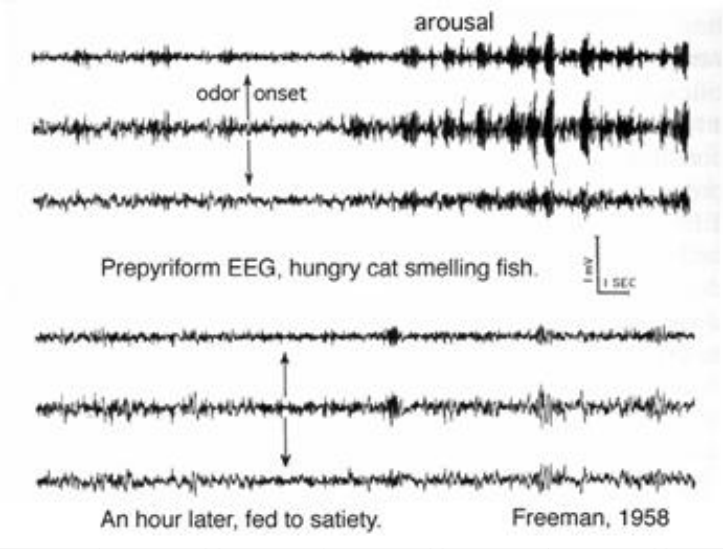
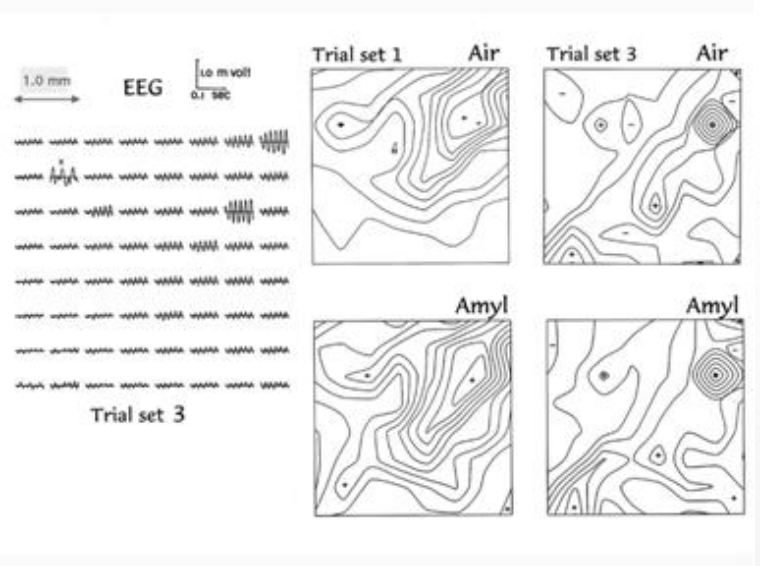
- Freeman e il suo gruppo hanno usato molteplici tecniche avanzate di *brain imaging*, come l'EEG multielettrodo, l'elettrocorticogramma (ECoG) e il magneto-encefalogramma (MEG), etc. per studiare, mediante tecniche avanzate di elaborazione dati, quello che il neurofisiologo considera come l'attività di fondo del cervello, spesso filtrandola perché considerata come "rumore di fondo", rispetto all'attività sinaptica dei neuroni cui di solito il neurofisiologo è esclusivamente interessato.
- Studiando questi dati con strumenti computazionali di analisi cui i fisici, differentemente dai neurofisiologi, sono abituati, Freeman e collaboratori hanno scoperto in questi dati una massiva presenza di pattern di oscillazione coerente che manifestavano fenomeni reciproci di "aggancio di fase" (*phase locking*) sia in modulazione di ampiezza (*amplitude modulation,* AM) che di frequenza (*frequency modulation,* FM)

Evidenze neurofisiologiche…

- Questi fenomeni erano presenti in modo intermittente sia in soggetti dormienti che svegli, come pure nei medesimi soggetti impegnati in compiti cognitivi che richiedevano interazione con l'ambiente. In questo modo, tali fenomeni possono essere descritti come caratteristiche dell'attività di fondo dei cervelli, modulata in frequenza e/o in ampiezza dallo "impegno attivo" del cervello di un soggetto intenzionale con ciò che lo circonda (= **neuropragmatica**)
- Questi "pacchetti d'onda" si estendono su **domini di coerenza** – quelli studiati dalla QFT dissipativa, ovvero i fenomeni di risonanza e quindi gli "accordi" e le "melodie" di cui metaforicamente parlavamo – che, in **tempo reale** (decimi di secondo)
  - Possono coprire anche gran parte di **un intero emisfero cerebrale** nei conigli e nei gatti (Freeman W. J., 2004; 2004; 2005; 2006),
  - **Oppure regioni di lunghezza lineare pari a 19 cm** nel cervello umano (Freeman, Burke, Holmes, & Vanhatalo, 2003), con una dispersione di fase praticamente nulla – quindi fortemente correlati (Freeman , Ga'al, & Jornten, 2003) – costituiscono insomma "un'orchestra" affiatata.
  - Infine, sono stati osservati, da Freeman, come da molti altri neurofisiologi, **fenomeni di oscillazione sincronizzata su larga scala** d'insiemi di neuroni, nei regimi β e γ, negli MEG e negli EEG di cervelli umani, sia in stato di riposo, sia impegnati in compiti motori (Freeman W. J., 2001).

… E la loro natura dinamica

- Dinamicamente, il riconoscimento “intenzionale” di uno stimolo da parte del cervello corrisponde **all’instaurarsi instantaneo (nell’ordine dei decimi di secondo) di un “dominio di coerenza**” (“melodia”) in un’area estesa del cervello, ovvero al **formarsi di attrattori** a più bassa dimensionalità della dinamica cerebrale (= **coerentizzazione del VQ**), mentre la fase di latenza fra un riconoscimento e l’altro, all’instaurarsi di un regime caotico fortemente rumoroso (aperiodico), per il quale Freeman ha coniato il neologismo di “caos stocastico” (Freeman W. J., 2000) – nella metafora “orchestrale” la cacofonia di suoni che si crea prima del concerto quando gli orchestrali accordano ciascuno il suo strumento senza interagire fra di loro.
- Intuitivamente, si può immaginare anche la dinamica complessiva come **l’alternarsi di un processo di condensazione** in “goccioline” (attrattori caotici a bassa dimensionalità o “rottura di simmetria” del VQ) **ed uno di rarefazione** (regime caotico fortemente rumoroso o di “caos stocastico”, o di “(pseudo-)VQ”) della condensa su una superficie umida sottoposta a repentine variazioni di temperatura.

Alcuni esempi

Walter J. Freeman and Robert Kozma (2010), Mass-Action, *Scholarpedia*, 5(1):8040.