

Io e il mio Doppio.

Il modello quantistico dissipativo del cervello*

Giuseppe Vitiello

Dipartimento di Fisica “E.R.Caianiello”, Università di Salerno

INFN - Sezione di Napoli, Gruppo Collegato di Salerno

*G.Vitiello, Int. J. Mod. Phys. B 9, 973 (1995)

G. Vitiello, My Double Unveiled. Amsterdam: John Benjamins, 2001

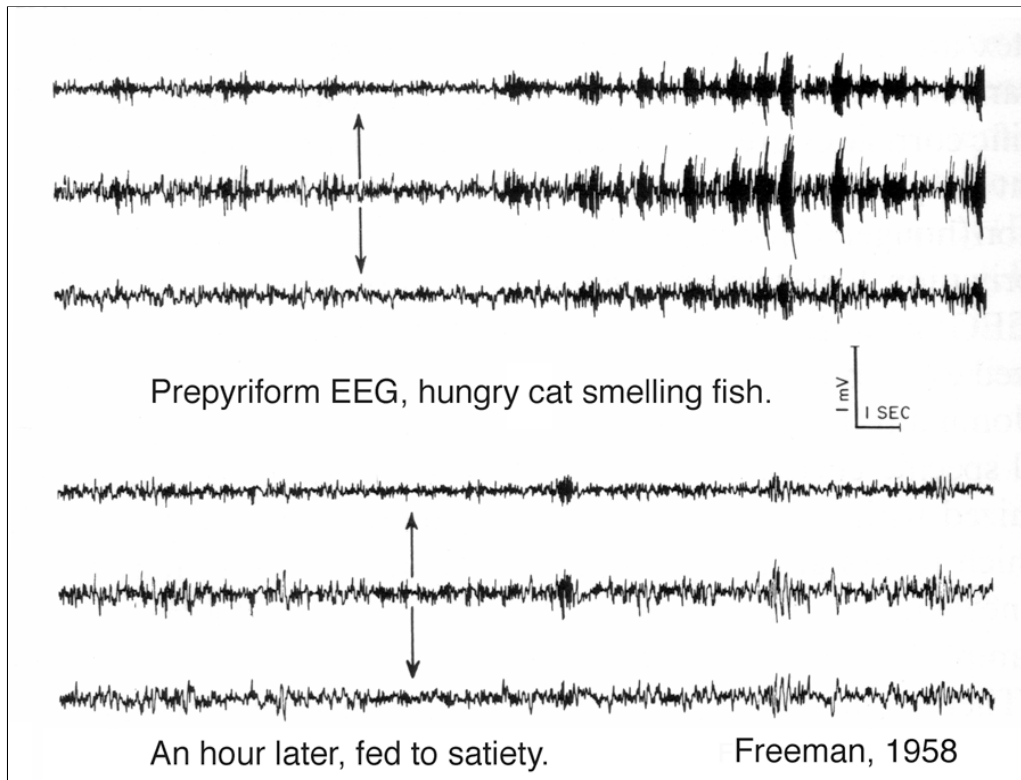
E.Pessa and G.Vitiello, Mind and Matter 1, 59 (2003)

W. J. Freeman and G. Vitiello, Physics of Life Reviews 3, 93 (2006)

W. J. Freeman and G. Vitiello, J. Phys. A: Math. Theor., 41, 304042 (2008)

W.J.Freeman, R.Livi, M.Obinata and G.Vitiello, Int. J. Mod. Phys. B 26, 1250035 (29 pages) (2012)

A.Capolupo, W.J.Freeman and G.Vitiello, Physics of Life Reviews, in press (2013)



My cat with bipolar electrodes fixed across the prepyriform dipole field was deprived of food for two days and was waiting patiently in a box; There was a constant flow of air into the box, into which I introduced an odor of fish (at the arrows), after the cat had settled into an alert but relaxed state. Within seconds of onset of the odor at the arrows the cat was prowling and miauling in search of the food.

After feeding to satiety, the same odor elicited no comparable gamma oscillations with inhalation.

My interest came to focus on the background activity, which was robust, formless, and pervasive.

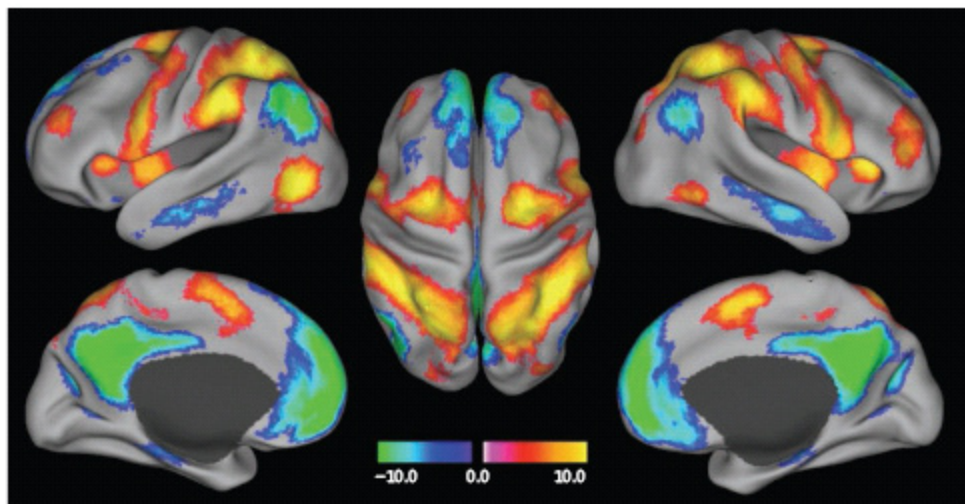
This broad-band " $1/f$ " 'spontaneous' oscillation looks like chaos, but it is not, at least, not deterministic chaos, which is noise-free, stationary, time invariant, and autonomous. Brains and their parts and networks are noisy, nonstationary, time-varying, and engaged with the environment.

The activity proves to be self-organized, controlled, bandpass filtered noise maintained by a non-zero point attractor, which is stabilized by the thresholds and refractory periods of neurons everywhere.

Uno stimolo olfattivo debole attiva circa 10^3 neuroni nel bulbo olfattorio che producono l'eccitazione di 10^6 neuroni e l'attività inibitoria di 10^7 neuroni che si propaga in $5 - 10 \text{ ms}$ su una distanza di circa 10 mm , nonostante le lunghezze medie degli assoni siano di circa 1 mm e i tempi di propagazione sinaptica siano di circa 10 volte più lunghi.[§]

[§]W. J. Freeman, *Mass Action in the Nervous System*. Academic Press, New York, 1975. Reprinted 2004





At rest, but active. fMRI images of a normal human brain at rest. The images reveal the highly organized nature of intrinsic brain activity, represented by correlated spontaneous fluctuations in the fMRI signal. Correlations are depicted by an arbitrary color scale. Positive correlations reside in areas known to increase activity during responses to controlled stimuli; negative correlations reside in areas that decrease activity under the same conditions. (Left) Lateral and medial views of the left hemisphere; (center) dorsal view; (right) lateral and medial views of the right hemisphere. [Reprinted from (12)]

L'attività mesoscopica della corteccia:

formazione dinamica di domini estesi di oscillazioni neuronali sincrone e modulate in ampiezza e in fase.

Questi “pacchetti d'onde” si formano in alcuni ms , durano circa $80 - 120 ms$ e hanno frequenze nell'intervallo $12 - 80 Hz$.

ri-sincronizzano in sequenze con frequenze di $3 - 12 Hz$ (theta-alpha range) attraverso una successione di ripetute transizioni di fase.

Si estendono su regioni che interessano l'intero emisfero in conigli e gatti, o di dimensioni lineari dell'ordine di $19 cm$ nell'uomo.

I domini estesi di oscillazioni neuronali sincrone (patterns of phase-locked oscillations) sono presenti in soggetti a riposo, svegli, coinvolti in attività cognitive che richiedano interazione con l'ambiente,

essi sono ben descritti come proprietà dell' **attività di background**, cioè dello stato fondamentale del cervello, modulate dal coinvolgimento con l'ambiente.

Ne' il campo elettrico e/o magnetico dovuti a correnti dendritiche extracellulari, che sono troppo deboli, ne' la diffusione di vettori chimici, che e' troppo lenta, possono dar conto dell'attività corticale collettiva*.

*W.J.Freeman, Clin. Neurophysiol. 116 (5), 1118 (2005); 117 (3), 572 (2006)
W.J.Freeman, et al., Clin. Neurophysiol. 114, 1055 (2003)

Lashley dilemma

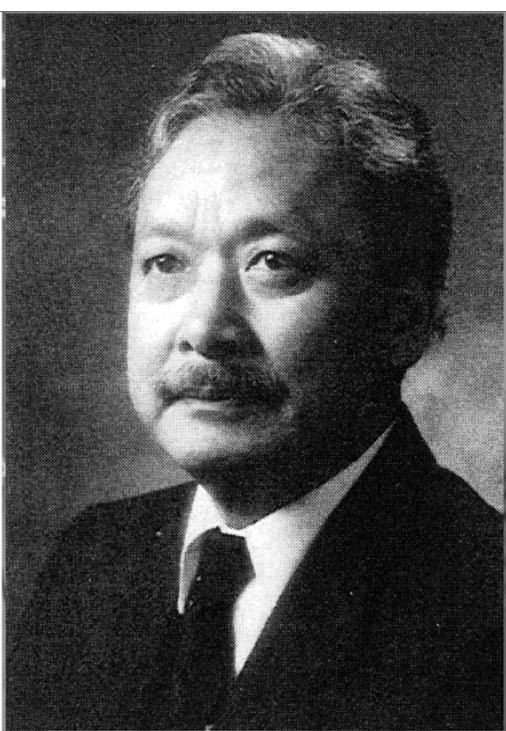
Concept of “mass action” in the storage and retrieval of memories in the brain:

“...Here is the dilemma. Nerve impulses are transmitted ...from cell to cell through definite intercellular connections. Yet, all behavior seems to be determined by masses of excitation...within general fields of activity, without regard to particular nerve cells... What sort of nervous organization might be capable of responding to a pattern of excitation without limited specialized path of conduction? The problem is almost universal in the activity of the nervous system.” ‡

Pribram: analogy between the fields of distributed neural activity in the brain and the wave patterns in holograms §.

‡K. Lashley, *The Mechanism of Vision*, Journal Press, Provincetown MA, 1948, pp. 302-306

§K. H. Pribram, *Languages of the Brain*. Engelwood Cliffs NJ: Prentice-Hall, 1971



H. Umezawa: Q F T

.However, in the case of natural brains, it might be pure optimism to hope to determine the numerical values for the coupling coefficients and the thresholds of all neurons by means of anatomical or physiological methods. ..

...First of all, at which level should the brain be studied and described ? In other words, is it essential to know the behaviour in time of any single neuron in order to understand the behaviour of natural brains? Probably the answer is negative. The behaviour of any single neuron should not be significant for the functioning of the whole brain, otherwise higher and higher degree of malfunctioning should be observed,..*

*L. M. Ricciardi and H. Umezawa, Kibernetik 4, 44 (1967)

In QFT correlazioni su domini estesi sono generate dalla dinamica in presenza di RSS.

Queste correlazioni si manifestano come modi bosonici (o particelle bosoniche) di Nambu-Goldstone (NG),

che sono privi di massa e perciò capaci di propagarsi su tutto il sistema.

Essi formano un condensato coerente nello stato fondamentale (Bose-Einstein condensation).

A causa di tali correlazioni il sistema si presenta in uno stato ordinato (ordine come rottura, mancanza di simmetria).

La densità del condensato nello stato fondamentale ne misura il grado di ordinamento. Si definisce in tal modo il **campo classico** denominato **parametro d'ordine**, che specifica il pattern ordinato osservato ("indicizza" la corrispondente rappresentazione).

Esempi di modi NG sono i fononi, i magnoni, le Cooper pairs, etc.

La matrice acquosa e' piu' dell' 80% della massa del cervello e pertanto ci si aspetta (come e' facile verificare) che condizioni tutta l'attivita' biomolecolare ed elettrochimica.

⇔ le varibili quantistiche sono dunque quelle del campo vibrazionale dei dipoli elettrici delle molecole d'acqua e delle altre biomolecole (in termini di numero di molecole le molecole d'acqua sono piu' del 90% del numero totale di molecole)*.

La RS della simmetria rotazionale dei dipoli elettrici genera i quanti di NG, detti, in questo caso, “dipole wave quanta” (DWQ).

*E. Del Giudice, S. Doglia, M. Milani and G. Vitiello, Nucl. Phys. B 251 (FS 13), 375 (1985); Nucl. Phys. B 275 (FS 17), 185 (1986).

M. Jibu and K. Yasue, Quantum brain dynamics and consciousness. Amsterdam: John Benjamins, 1995.

M. Jibu, K. H. Pribram and K. Yasue, Int. J. Mod. Phys. B 10, 1735 (1996)

I neuroni, le cellule glia e altre strutture cellulari **NON sono oggetti quantistici nel modello many-body del cervello.**

- Il modello many-body fallisce nello spiegare la osservata coesistenza dei patterns coerenti e il loro succedersi nella irreversibile evoluzione temporale.
- Altro difetto (notevole!) e' che ogni stimolo cancella gli effetti (la memoria) dello stimolo precedente (**overprinting**, “**memory capacity problem**”).
- Il fatto che il cervello e' un sistema aperto, in permanente interazione con l'ambiente non era considerato nel many-body model.

⇒ **Includi la Dissipazione!!**

Il modello dissipativo quantistico del cervello *

e' l'estensione alla dinamica dissipativa del modello multi-corpi (many-body) proposto nel 1967 da Ricciardi e Umezawa.

***G. Vitiello, Int. J. Mod. Phys. B 9, 973 (1995)**

G. Vitiello, My Double Unveiled. Amsterdam: John Benjamins, 2001

Il modello many-body dissipativo del cervello[†] sembra dar conto della formazione **dinamica** dei patterns di oscillazioni coerenti[‡]:

ciascun pattern e' descritto come risultante dalla **rottura spontanea della simmetria** indotta da uno stimolo esterno (o endogeno) ed e' associato con lo stato fondamentale di una delle rappresentazioni unitariamente inequivalenti della QFT.

Il loro succedersi all'evoluzione temporale non-unitaria implicata dalla **dissipazione**.

[†] G. Vitiello, *My Double Unveiled*. Amsterdam: John Benjamins, 2001.

[‡] W. J. Freeman and G. Vitiello, *Physics of Life Reviews* 3, 93 (2006)
q-bio.OT/0511037

W. J. Freeman and G. Vitiello, *J. Phys. A: Math. Theor.* 48, 304042 (2008)
arXiv:q-bio/0701053

W. J. Freeman and G. Vitiello, *Vortices in brain waves*, arXiv:0802.3854

Nel formalismo della QFT e' possibile descrivere l'ambiente come l'immagine **time-reversed** del sistema*.

Questo e' realizzato dal **raddoppio (doubling)** dei gradi di liberta' del sistema:

stimolo $\Rightarrow$ RSS $\Rightarrow$ generazione dinamica dei DWQ A_κ

dissipazione $\Rightarrow$ **doubling**: $A_\kappa \rightarrow (A_\kappa, \tilde{A}_\kappa)$

$\tilde{A}_\kappa \equiv$ “time-reversed mirror image” o “doubled modes”

bilanciamento del flusso di energia $\Leftrightarrow$

$$E_0 = E_{Syst} - E_{Env} = \sum_{\kappa} \hbar \Omega_{\kappa} (\mathcal{N}_{A_{\kappa}} - \mathcal{N}_{\tilde{A}_{\kappa}}) = 0. \quad (1)$$

*E. Celeghini, M. Rasetti and G. Vitiello, *Annals Phys.* 215, 156 (1992)

Le relazioni di commutazione canoniche sono le solite e

$$[A_\kappa, \tilde{A}_\lambda^\dagger] = 0 = [A_\kappa, \tilde{A}_\lambda] \text{ etc..} \quad (6)$$

L'Hamiltoniano per una collezione infinita di oscillatori armonici smorzati A_κ (un semplice prototipo di sistema dissipativo) e per i modi $\tilde{A}_\kappa$ e'

$$\begin{aligned} H &= H_0 + H_I \\ H_0 &= \sum_{\kappa} \hbar \Omega_{\kappa} (A_{\kappa}^{\dagger} A_{\kappa} - \tilde{A}_{\kappa}^{\dagger} \tilde{A}_{\kappa}) , \\ H_I &= i \sum_{\kappa} \hbar \Gamma_{\kappa} (A_{\kappa}^{\dagger} \tilde{A}_{\kappa}^{\dagger} - A_{\kappa} \tilde{A}_{\kappa}) , \end{aligned} \quad (7)$$

Ω_{κ} e' la frequenza, Γ_{κ} la costante di smorzamento.

κ indica genericamente gradi liberta' quali, ad esempio, la quantita' di moto, etc..

I modi A_{κ} e $\tilde{A}_{\kappa}$ hanno in realta' massa quasi-nulla (massa effettiva non-zero) a causa di effetti di volume finito.

Il "memory state" $|0\rangle_{\mathcal{N}}$ e' un condensato di *ugual numero di* A_{κ} e di mirror $\tilde{A}_{\kappa}$ per ogni κ : $\mathcal{N}_{A_{\kappa}} - \mathcal{N}_{\tilde{A}_{\kappa}} = 0$.

L'indice $\mathcal{N} \equiv \{\mathcal{N}_{A_{\kappa}} = \mathcal{N}_{\tilde{A}_{\kappa}}, \forall \kappa, at \ t_0 = 0\} \equiv$ *parametro d'ordine che* identifica il vuoto $|0\rangle_{\mathcal{N}}$ (il "memory state") associato alla informazione registrata al tempo $t_0 = 0$.

Bilanciando E_0 al valore zero, non fissa ne' il valore di E_{A_κ} ne' quello di $E_{\tilde{A}_\kappa}$, per ogni κ . Fissa solo la loro differenza, per ogni κ .

$\Rightarrow$ a t_0 possiamo avere infiniti stati percetivi, ciascuno in corrispondenza biunivoca con un dato set $\mathcal{N}$: **una enorme capacita' di memoria.**

Il punto importante e':

$\{|0\rangle_{\mathcal{N}}\}$ and $\{|0\rangle_{\mathcal{N}'}\}$, $\mathcal{N} \neq \mathcal{N}'$, sono ui nel limite di volume infinito:

$$\mathcal{N} \langle 0|0 \rangle_{\mathcal{N}'} \xrightarrow{V \rightarrow \infty} 0 \quad \forall \mathcal{N}, \mathcal{N}', \quad \mathcal{N} \neq \mathcal{N}' . \quad (4)$$

In contrasto con il modello non-dissipativo, un numero enorme di “memorie” registrate in sequenza possono coesistere senza interferenza distruttiva poiche' un numero infinito di “vuoti” $|0\rangle_{\mathcal{N}}$, $\forall \mathcal{N}$, sono indipendentemente accessibili.

E' da notare che il modo $\tilde{A}$ gioca il ruolo di “indirizzo” del modo A .

Si puo' infatti verificare esplicitamente che nel calcolo del numero dei modi presenti nello stato $|0(t)\rangle_{\mathcal{N}}$, ${}_{\mathcal{N}}\langle 0(t)|A_{\kappa}^{\dagger}A_{\kappa}|0(t)\rangle_{\mathcal{N}}$, sono i modi $\tilde{A}_{\kappa}$ che contribuiscono al risultato non nullo che identifica il “codice” $\mathcal{N}$:

esiste quindi un'inscindibile relazione dinamica nonlineare (causale) tra l'ambiente, o “input” (o bagno termico) rappresentato da $\tilde{A}$ e il “soggetto” A .

La reciprocita' della relazione, espressa dall'entanglement tra A e $\tilde{A}$, implica che l'uno sia l'univoco (non arbitrario) riferimento dell'altro (“doppia saturazione” indotta[†] dall'input $\tilde{A}$).

Un'analisi dettagliata di tale aspetto del modello dissipativo permette di mostrare nell'ambito della “logica modale” di affrontare il “problema del riferimento” su base algebrica[‡].

[†]G.Basti, In: Dodig-Crnkovic G, Giovagnoli R, editors. Proceedings of AISB/IACAP world congress 2012 Springer; 2013 [in press].

[‡]G.Basti, Phys. Life Rev., in press (2013).

Sia $|0(t)\rangle_{\mathcal{N}} \equiv$ evoluto di $|0\rangle_{\mathcal{N}}$ al tempo t , specificato dal valore iniziale $\mathcal{N}$ at $t_0 = 0$.

L'evoluzione temporale di $|0\rangle_{\mathcal{N}}$ per ogni t descrive la **traiettoria di "condizioni iniziali" specificate dal $\mathcal{N}$ -set nello spazio delle rappresentazioni $\{|0(t)\rangle_{\mathcal{N}}\}$.**

Si dimostra che queste traiettorie in $\{|0(t)\rangle_{\mathcal{N}}\}$ sono caotiche[§].

Nelle condizioni in cui le variazioni nel tempo dell'inverso della temperatura β siano trascurabili, le variazioni nell'energia $E_A \equiv \sum_k E_k \mathcal{N}_{A_k}$ e nell'entropia $\mathcal{S}_A$ sono legate da

$$dE_A = \sum_k E_k \dot{\mathcal{N}}_{A_k} dt = \frac{1}{\beta} d\mathcal{S}_A = dQ \quad , \quad (2)$$

cioe' vale la minimizzazione dell'energia libera $d\mathcal{F}_A = 0$ a ogni t .

[§]G.Vitiello, Int. J. Mod. Phys. B 18, 785 (2004)
E.Pessa and G.Vitiello, Mind and Matter 1, 59 (2003).

⇒ le variazioni nel tempo del condensato, cioè del parametro d'ordine, si manifestano come dissipazione di calore dQ [¶].

Il cervello ha una massa del 2% dell'intera massa del corpo umano. Esso dissipa tuttavia il 20%–25% dell'energia totale del corpo (2%–8% nella maggioranza dei vertebrati, 10%–15% nei primati minori), come misurata dalla mancanza di ossigeno nel sistema venoso di ritorno dal cervello (blood oxygen levels of depletion (BOLD)).

La discrepanza di ben dieci ordini di grandezza ha indotto Raichle^{||} a parlare di “energia oscura” (dark energy) in analogia a quanto si osserva in astrofisica.

Il modello dissipativo del cervello da' ragione di tale discrepanza tenendo conto della dissipazione collegata al condensato^{}.**

[¶]W.J.Freeman, R.Livi, M.Obinata and G.Vitiello, Int. J. Mod. Phys. B 26, 1250035 (29 pages) (2012);
G.Vitiello, Int. J. Mod. Phys. B 9, 973 (1995).

^{||}M.E. Raichle, Science 314, 1249 (2006).

^{**}A.Capolupo, W.J.Freeman and G.Vitiello, Physics of Life Reviews, in print 2013.

In conclusione,

dissipazione $\Rightarrow$ evoluzione temporale di $|0(t)\rangle_{\mathcal{N}}$ a volume finito V controllata dalle variazioni di entropia $\Rightarrow$ irreversibilita' dell'evoluzione temporale (breakdown of time-reversal symmetry) $\Rightarrow$ **freccia del tempo** (direzione privilegiata nell'evoluzione temporale)

“Brains are thermodynamic systems that use chemical energy to construct knowledge from information.”

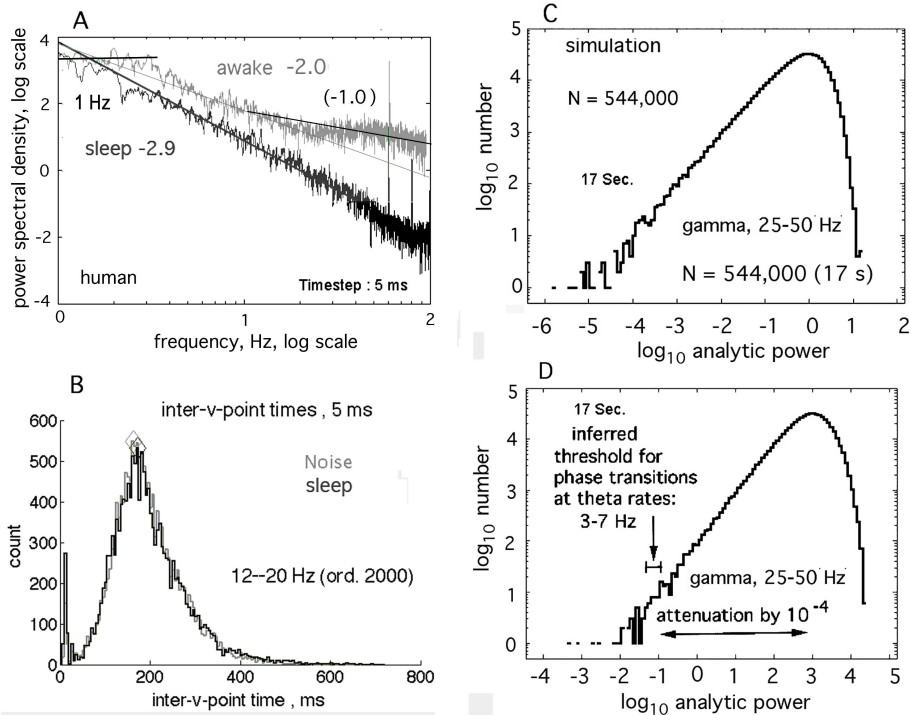


Figure 11. Evidence is summarized showing that the mesoscopic background activity conforms to scale-free, low-dimensional noise [Freeman et al., 2008]. Engagement of the brain in perception and other goal-directed behaviors is accompanied by departures from randomness upon the emergence of order (A), as shown by comparing PSD in sleep, which conforms to black noise, vs. PSD in an aroused state showing excess power in the theta (3 – 7 Hz) and gamma (25 – 100 Hz) ranges. B. The distributions of time intervals between null spikes of brown noise and sleep ECoG are superimposed. C,D. The distributions are compared of $\log_{10}$ analytic power from noise and ECoG. Hypothetically the threshold for triggering a phase transition is 10^{-4} down from modal analytic power. From [Freeman, O’Nuillain and Rodriguez, 2008 and Freeman and Zhai, 2009]

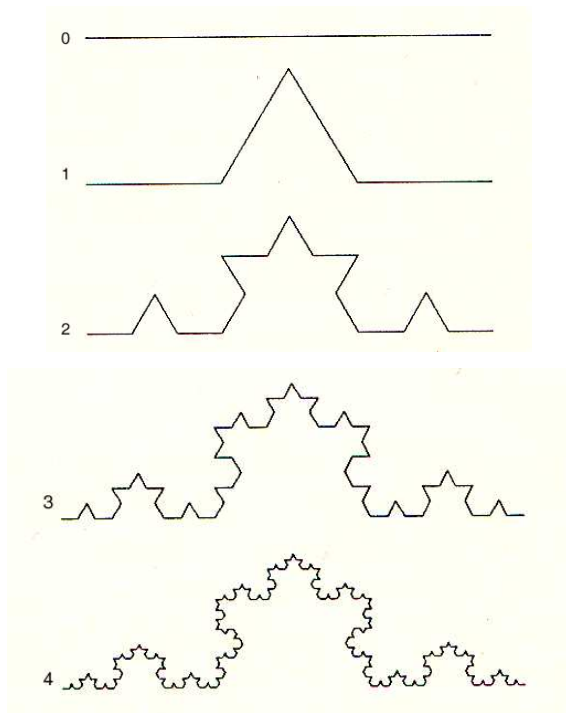


Fig. 1. The first five stages of Koch curve.

Scienza&Tecnologia

**I bonobo,
altro che
pacifici**



Conosciuti come animali pacifici, i bonobo (foto) si sono invece rivelati feroci al limite della crudeltà, sia con gli altri animali ma anche nei confronti degli scimpanzé. Lo dice uno studio dell'Istituto Max Planck (Germania)

La teoria del matematico Giuseppe Vitiello spiega anche l'ordine temporale di una esecuzione orchestrale

La geometria dei neuroni diventa musica

Lo studio delle forme frattali decifra il funzionamento delle cellule cerebrali

di MASSIMO PIATTELLI
PALMARINI

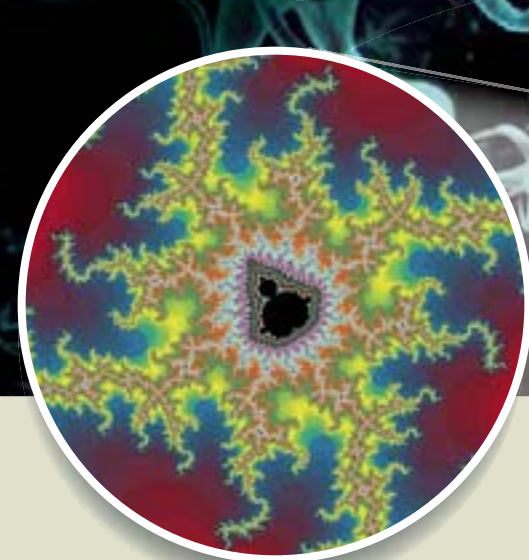
Immaginiamoci, da un aereo ad alta quota, di spaziare con lo sguardo, come suggerisce Dante nel canto terzo de Il Purgatorio, «tra Lerici e Turbia» e osservare, appunto, le più «deserte» e le più «rotte» rovine di quella tormentata costa. Poi facciamo uno zoom mentale su un solo chilometro di costa. Poi su cento metri, poi su un solo metro di scoglio. L'impressione di intreccio zigzagante delle forme non cambia molto. Un metro o centinaia di chilometri hanno lo stesso grado di complessità.

Ebbene, questa interessantissima proprietà, detta auto-similarità è la principale caratteristica delle strutture dette frattali, secondo la celebre dizione introdotta nel 1975 dal matematico americano di origine francese Benoit Mandelbrot. I matematici dimostrano che qualsiasi zoom effettuato entro un frattale lo riproduce intatto. Senza limite, cioè fino a un numero infinito di zoom di zoom di zoom. L'auto-similarità implica dunque che non c'è una lunghezza fondamentale, una scala, appunto, caratteristica per il sistema. Un frattale è privo di scala. Non possiede, come invece hanno le case, le auto o gli elettroni, una lunghezza fondamentale che lo caratterizzi.

Strutture frattali appaiono in moltissimi sistemi e processi naturali, in fisica, in biologia, in medicina, in cosmologia, nella struttura delle galassie, in geologia, nella dinamica che accomuna i processi della corteccia cerebrale nei mammiferi, dal topo alla balena, passando per l'uomo, indipendentemente dalle dimensioni del cervello che variano di ben quattro ordini di grandezza.

La geometria frattale appare, quindi, come un tratto caratteristico che accomuna fenomeni nei più disparati settori dell'indagine scientifica. Un nuovo capitolo si aggiun-

Formule del pensiero



AUTO-SIMILARITÀ

Un frattale (a sinistra) è un oggetto geometrico che si ripete nella sua struttura e che non cambia aspetto anche se visto con una lente d'ingrandimento. Questa caratteristica viene definita auto-similarità: qualsiasi zoom effettuato dentro un frattale lo riproduce intatto e senza limite. L'auto-similarità implica dunque che non c'è una lunghezza fondamentale, una scala, appunto, caratteristica per il sistema.

OSCILLAZIONI NEURONALI

Secondo gli studi di Giuseppe Vitiello, professore ordinario di Fisica Teorica alla Facoltà di Scienze dell'Università di Salerno, l'auto-similarità dei frattali può essere correlata alla coerenza delle oscillazioni neuronali (foto a lato), osservate attraverso l'elettroencefalogramma e le tecniche di fMRI (produzione di immagini a mezzo di risonanza magnetica funzionale)

IRWIN ALLAS

ge adesso allo studio dei frattali.

Il fisico italiano Giuseppe Vitiello, professore ordinario di Fisica Teorica alla Facoltà di Scienze dell'Università di Salerno, ha recentemente apportato un contributo originale all'applicazione di modelli frattali alla dinamica neuronale dimostrando che la proprietà di auto-similarità che caratterizza i frattali è correlata, in



L'idea è partita dalle strutture frattali

La relazione tra auto-similarità e coerenza

Il riscontro nelle osservazioni di laboratorio

termini di ben definite strutture matematiche, alla coerenza delle oscillazioni neuronali che sono osservate, attraverso l'elettroencefalogramma e le tecniche di fMRI (produzione di immagini a mezzo di risonanza magnetica funzionale), su regioni estese degli emisferi cerebrali nell'uomo e negli

animali a riposo o impegnati in attività relazionali con l'ambiente.

Aggiungo che Vitiello, nel salto verso il cervello, ha collaborato non solo con il neurobiologo californiano Walter J. Freeman, professore a Berkeley, ma anche con l'anestesioologo dell'Università dell'Arizona Stuart Hameroff. Il fatto che più li aveva colpiti è la capacità del cervello di trasformare quasi istantanea-

mente i segnali dei sensi in percezioni coscienti, mobilitando collettivamente milioni di neuroni in processi che non si capiva se fossero caotici o invece altamente coerenti.

I processi contemplati dalla normale biochimica dei trasmettitori nervosi e dalla fisi-

ca ordinaria della trasmissione degli impulsi nervosi sono troppo lenti per spiegare questo fenomeno. Quindi, Vitiello, Freeman e Hameroff si sono rivolti a una fisica e una matematica diverse.

I frattali, liberi dalla camicia di forza di una «scala» e con una faccia rivolta verso la

coerenza sembrano ora venire in soccorso. Gli chiedo di raccontare in termini semplici ciò che ha già pubblicato con dovizia di formule e di dati sperimentali negli ultimi anni e una sua nuova teoria che uscirà presto sulla rivista internazionale «New Mathematics and Natural Computa-

tion». «La ricorrenza elevatissima di strutture frattali e di fenomeni di coerenza nella fisica della materia e delle particelle elementari mi ha suggerito, già da tempo, che una relazione potesse (o dovesse!) esistere tra auto-similarità e coerenza. Abbiamo analizzato delle osservazioni di laboratorio le quali mostrano che l'attività cerebrale presenta proprietà di auto-similarità e appare essere priva di una lunghezza fondamentale, di una scala, e al tempo stesso è caratterizzata dalla formazione di domini di oscillazioni neuronali coerenti».

Gli chiedo quale percorso scientifico ha seguito per arrivare a questa teoria. «Da tempo ero affascinato dalla possibilità

di avere una visione unitaria di questi fenomeni, apparentemente tanto diversi, o per lo meno di capire se vi siano aspetti matematici della loro descrizione che li accomunino, fidando sull'intuito e sulla conoscenza di strutture matematiche familiari, quali quelle algebriche e dei gruppi di trasformazioni su cui si fonda la teoria degli stati coerenti. Ho trovato che la proprietà di auto-similarità così

importante per la geometria dei frattali e la proprietà di coerenza della fisica della materia sono in realtà intimamente collegate ed entrambe sono realizzate dalle proprietà matematiche di certe funzioni che i matematici e i fisici chiamano analitiche intere».

Che cosa si intende, professor Vitiello, per coerenza? «I componenti elementari si comportano in modo coerente quando, ad esempio, oscillano "in fase", realizzando così un ordine di natura temporale, come quello realizzato nell'esecuzione di un brano musicale da un'orchestra, oppure si distribuiscono con regolarità in un reticolo cristallino, producendo un ordine di natura spaziale».

Vitiello aggiunge che un tale risultato è di per sé motivo di soddisfazione per il matematico e per il fisico: il fatto stesso che si possano collegare con strumenti matematici fenomeni apparentemente lontani, o almeno ricondurre ad un'unica radice «linguistica» (cioè matematica) alcuni dei loro aspetti importanti, dà sempre la soddisfacente sensazione di essere passati dal «sapere» certe cose, alla loro «comprensione».

Infine, Vitiello sottolinea che questo passaggio dal sa-

pere al comprendere è ricco di sensi e di contenuti molto concreti. Nel caso specifico, nel riconoscere che la geometria frattale può essere descrivibile in termini di processi dinamici di coerenza che si sviluppano ad un livello più elementare, di cui dunque essa è la manifestazione macroscopica; o, vi-

ce versa, che processi dinamici microscopici responsabili della formazione di strutture coerenti hanno proprietà geometriche frattali che emergono ad un livello macroscopico.

Questa migliore comprensione ha come oggetto processi che permettono di raggiungere la stabilità di strutture macroscopiche partendo da fluttuanti componenti microscopici.

ROGER DUBUIS

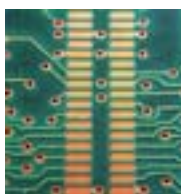


Per informazioni: ROGER DUBUIS ITALIA SPA
Via Ippolito Rosellini 12 - Milano - Tel. 02 45 472 836

WWW.ROGERDUBUIS.COM

Team italiano

Innestate alcune cellule del cervello sul circuito elettronico di un chip



Cellule neuronali crescono anche su chip. A produrle è un insieme di team italiani guidati da tre donne: Elisabetta Ranucci, Michela Matteoli e Cristina Lenardi. «Il chip è un laboratorio in miniatura costituito da materiale biodegradabile dove si osserva il comportamento della cellula neuronale» spiega Paolo Milani dell'Università di Milano. Il circuito elettronico è un alloggio ideale per la cellula che vive su materasso di polimeri (idrogeli), modellabili con fasci di elettroni. I polimeri simulano l'organismo umano creando un ambiente ideale per le cellule che qui crescono e sono in grado di reagire ai nuovi farmaci da testare. L'obiettivo dello studio di questi microsistemi è quello di comprendere le cause delle malattie neurodegenerative.

Paola Caruso

Dna trasferito

Gene intruso di una pianta siciliana in arbusto che cresce in Inghilterra



Un team di ricerca del John Innes Centre e dell'Università di St Andrews ha identificato un gene intruso, trasferito da una pianta siciliana (approdata in Gran Bretagna 300 anni fa) in una sua stretta parente inglese. I ricercatori hanno infatti rintracciato una piccola regione «siciliana» del Dna in un parente del comune senecio britannico (foto). Questa regione modifica i fiori facendoli diventare più attraenti per gli insetti impollinatori. Il risultato dimostra come scambi genetici naturali possono condurre a trasferire importanti caratteri tra le specie. Questo va contro la tipica visione dell'evoluzione come una strada in cui ciascuna specie si evolve con linee genetiche separate e indipendenti.

Massimo Spampini

My Double Unveiled

Giuseppe Vitiello

Advances in Consciousness Research



Il rapporto col Doppio è un rapporto **DINAMICO**,

NON di rispecchiamento narcisistico.

Il rispecchiamento (mirroring) è statico e non è occasione di apprendimento perché l'azione osservata e l'azione compiuta sono strutturalmente equivalenti[†].

Nostra comune esperienza (e di laboratorio): il cervello accumula esperienza e costruisce conoscenza, cioè

apprende come fare ad avere "la massima presa sul mondo".

[†]F. Desideri, *Atque*, Nuova Serie, n. 5, 135 (2008)

Per questo scopo non basta un copiare, non basta un puro e semplice mirroring,

occorre un'operazione creativa, una mimesis (Aristotile), che riguarda il possibile e non ciò che semplicemente accade (Desideri 2008).

Occorre quel coefficiente d'**indeterminatezza immaginativa** che permette apprendimento e anche **variazione** del modello di azione osservata (Desideri 2008).

Nel modello dissipativo, l'acquisizione di una nuova memoria, comporta non solo l'aggiunta di un nuovo attrattore al paesaggio degli attrattori, ma la **riorganizzazione dell'intero paesaggio**, e quindi il suo completo aggiornamento alla luce della nuova acquisizione.



contestualizzazione della nuova acquisizione

emergere del suo **significato**

che non appartiene mai allo stimolo percettivo, ma al contesto del ridisegnato paesaggio degli attrattori, nel suo complesso **sempre nuovo**



dimensione della **novità**, della **sorpresa**, dello **stupore** (astonishment)

In questo vedere diverso è da cercare la genesi dell'immaginazione[‡] ed il suo ruolo nel determinare **traiettorie diverse** nello spazio degli attrattori.

[‡]F. Desideri, in F. Desideri e G. Matteucci (a cura di), *Estetiche della percezione*. Firenze: University Press, 2007, p. 13

SIGNIFICATO

TIGRE

mangia



corri

CONIGLIO

Nel processo di contestualizzazione il cervello

rimette in discussione tutto il suo assetto esperienziale:

processo di **astrazione** (o esemplificazione necessaria per la costruzione del nuovo attrattore, cio del bilanciamento dei flussi)

processo di **generalizzazione** (o creazione di categorie nell'istituire correlazioni nel paesaggio degli attrattori)



l'apprendimento e il flusso di informazioni scambiato nella relazione con il mondo diventa **conoscenza**.

Ne nasce una prospettiva, o **visione del mondo**



aspettative che orientano nella ricerca intenzionale di situazioni esperienziali soddisfacenti

dimensione dell'**ascolto**[§]

ma anche del **referire a sé** nella percezione della stessa corporeità (**emozioni**).

L'intenzionalità che determina il nostro fare è radicata nella tensione nell'aggiornare un equilibrio mai definitivo con il mondo che ci circonda.

Il nostro fare verifica l'attendibilità delle aspettative, e così sottopone a prova sperimentale la **credibilità** stessa della nostra visione del mondo.

[§]F. Desideri, L'ascolto della coscienza. Una ricerca filosofica. Milano: Feltrinelli, 1998.

In tal modo la rete di relazioni con l'esterno definisce e stabilizza la conoscenza, cioè la rende credibile perché verificabile.

Il ciclo azione-percezione descritto in neurologia si traduce in tal modo nell'arco intenzionale¶.

¶M. Merleau-Ponty, *Phenomenology of Perception* (C. Smith, Trans.) New York: Humanities Press, 1945/1962

Possibile: “perfetto scambio tra interno ed esterno”,
una “connessione favorevole” tra “me e l’oggetto”
⇒ **esperienza estetica**(Desideri 2007).

Essa permea l’intero campo della nostra esperienza.
Riconoscere una tale esperienza determina il giudizio estetico che
“implica sempre la prima persona” (Desideri 2007).

“gettare un **nuovo** sguardo sul mondo”,
non estraneo, anzi concorrente con la dimensione cognitiva.

l’esperienza estetica è dunque sempre nuova, e perciò **eversiva** rispetto
al consolidamento di paesaggi gi esplorati.

Essa “attende sempre di venir rinnovata” perché l’equilibrio dei flussi,
di cui essa è espressione, non è mai definitivo perché dinamico

La risposta emotiva all’esperienza estetica ha così una
valenza performativa nell’arco intenzionale (Desideri 2007).

“Esplorazione” dello spazio degli attrattori (**Pensare?**):

Le “traiettorie” nel paesaggio degli attrattori sono
traiettorie **classiche e caotiche**

- una traiettoria non interseca mai se stessa (ma talvolta... “confusione”)
- traiettorie che partono da diverse condizioni iniziali non si intersecano (ma talvolta... “associazioni di memorie”)
- piccole differenze nelle condizioni iniziali $\Rightarrow$

traiettorie divergenti

$\Rightarrow$ alto **“potere risolutivo”**, e grande importanza del **“rumore”**

ERRARE E PENSARE^{||}

^{||} G. Vitiello, *Errare e pensare*, in corso di stampa

Quando l'ambiente è fatto da gli altri, la domanda è:

dove finisco “io” e dove cominciano “gli altri” ?

Anche più radicale (gruppi che si fregiano di una “identità forte”):

dove finiamo “noi” e dove cominciano “loro” ?

Possiamo innanzitutto immaginare il mondo senza gli altri?

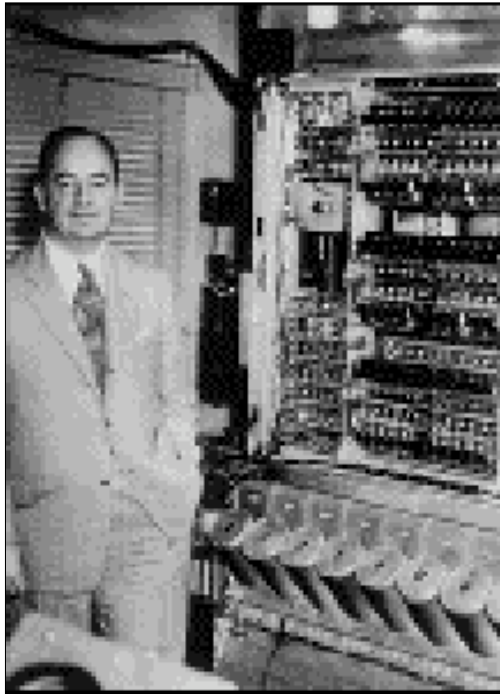
- 1. “siamo tutti assieme, non ci sono altri diversi da noi, noi stessi siamo gli altri” .
- 2. “non loro, solo noi. Eliminiamo gli altri, sono diversi da noi.”

2. è incompatibile con “cervello sistema aperto”,
il cui rapporto dinamico con gli altri è tale che questi appartengono al suo Doppio e lo “loro” eliminazione sarebbe una auto-eliminazione.

L'appartenenza è reciproca e mai compiuta, perché mai compiuto è il dialogo con il Doppio.

Nel rapporto con gli altri entra dunque tutta la ricchezza dell'immaginazione e dell'operazione creativa che entra nel dialogo con il Doppio.

Il cervello ha una dimensione sociale intrinseca.



John von Neumann

"Brains lack the arithmetic and logical depth that characterize our computations... ."

"We require exquisite numerical precision over many logical steps to achieve what brains accomplish in very few short steps."

The Computer and the Brain, 1958, p. 63.

E' all'altro, a Borges, che accadono le cose.... Sarebbe esagerato affermare che fra noi c'e' ostilita'; io vivo, io mi lascio vivere, perche' Borges possa tramare la sua letteratura e quella letteratura mi giustifica.... Del resto, io sono destinato a perdermi, definitivamente, e solo qualche istante di me potra' sopravvivere nell'altro.... Spinoza capi' che tutte le cose vogliono perseverare nel loro essere; la pietra eternamente vuole essere pietra e la tigre una tigre. Io restero' in Borges, non in me (ammesso che io sia qualcuno) ... Qualche anno fa ho cercato di liberarmi di lui passando dalle mitologie dei sobborghi ai giochi col tempo e con l'infinito, ma quei giochi ora sono di Borges e io dovro' ideare altre cose. Così' la mia vita e' una fuga e io perdo tutto e tutto e' dell'oblio, o dell'altro.

Non so chi di noi due scrive questa pagina.*

* Jorge Luis Borges, L'artefice (El hacedor [1996]), Adelphi, Milano, 1999

Quantum Field Theory^{and its} Macroscopic Manifestations

Boson Condensation, Ordered Patterns
and Topological Defects



Massimo Blasone, Petr Jizba & Giuseppe Vitiello

Imperial College Press