

Oltre la biochimica del cervello esiste una fisica della mente: esseri in relazione

Marco Pettini

Centre de Physique Théorique, Aix-Marseille Université, France
Quantum Biology Lab, Howard University, Washington D.C., USA

La creatività e la complessità nel counselling

Lugano, 9-10 Novembre 2024



Esseri in relazione

In ogni **relazione duale** di aiuto (counseling, psicoterapia) esistono vari livelli di **comunicazione: verbale, non verbale, transfert.**

La **comunicazione non verbale** corrisponde solo alla decodifica di gesti, contatto fisico, movimenti, postura, espressioni facciali, contatto visivo e oggetti legati all'abbigliamento, e la prossemica? O c'è altro?

Ad esempio, **nell'Analisi Transazionale** di Eric Berne si fa esplicito riferimento anche alla **comunicazione inconscia.**

Nelle tradizioni orientali, ad esempio nello Zen, la trasmissione da maestro a allievo si fa “**i shin den shin**”

Esseri in relazione

THE JOURNAL OF ALTERNATIVE AND COMPLEMENTARY MEDICINE
Volume 10, Number 2, 2004, pp. 307-314
© Mary Ann Liebert, Inc.

Electroencephalographic Evidence of Correlated Event-Related Signals Between the Brains of Spatially and Sensory Isolated Human Subjects

LEANNA J. STANDISH, N.D., Ph.D.,¹ LEILA KOZAK, M.S., Dipl. Hom.,^{1,2}
L. CLARK JOHNSON, Ph.D.,^{1,3} and TODD RICHARDS, Ph.D.^{1,2}

¹Bastyr University/University of Washington Consciousness Science Laboratory, Bastyr University, Kenmore, WA.

²Department of Psychosocial and Community Health/Nursing, University of Washington, Seattle, WA.

³Department of Radiology, University of Washington, Seattle, WA.

Conclusions: These results indicate that in some pairs of human subjects a signal may be detected in the brain of a distant member of the pair when the brain of the other member is visually stimulated. These data support the findings of similar studies performed in seven laboratories reported in the peer-reviewed literature since 1963. Research in this area should now proceed with investigation of its physical and biologic mechanism, its generalizability to varying populations and relationships, and its clinical application.

Esseri in relazione

THE JOURNAL OF ALTERNATIVE AND COMPLEMENTARY MEDICINE
Volume 11, Number 6, 2005, pp. 955-963
© Mary Ann Liebert, Inc.

ORIGINAL PAPERS

Replicable Functional Magnetic Resonance Imaging Evidence of Correlated Brain Signals Between Physically and Sensory Isolated Subjects

TODD L. RICHARDS, Ph.D.,¹ LEILA KOZAK, M.S.,² L. CLARK JOHNSON, Ph.D.,¹
and LEANNA J. STANDISH, N.D., Ph.D.²

¹Bastyr University/University of Washington Consciousness Science Laboratory, Bastyr University, Kenmore, WA

²Department of Psychosocial and Community Health/Nursing, University of Washington, Seattle, WA.

³Department of Radiology, University of Washington, Seattle, WA.

Conclusions: These data replicate previous findings suggesting that correlated neural signals may be detected by fMRI and EEG in the brains of subjects who are physically and sensorily isolated from each other.

Esseri in relazione

THE JOURNAL OF ALTERNATIVE AND COMPLEMENTARY MEDICINE
Volume 10, Number 2, 2004, pp. 315-323
© Mary Ann Liebert, Inc.

Event-Related Electroencephalographic Correlations Between Isolated Human Subjects

DEAN I. RADIN, Ph.D.

Institute of Noetic Sciences, Petaluma, CA.

Conclusion: Under certain conditions, the EEG of a sensorially isolated human subject can become correlated with event-related potentials in a distant person's EEG. This suggests the presence of an unknown form of energetic or informational interaction.

Esseri in relazione

In altri termini, esistono vari studi sperimentali che suggeriscono la possibilità di comunicazione non solo non verbale ma addirittura **extra-sensoriale** fra individui.

Fra gli altri esistono esperimenti sulla sincronizzazione di segnali EEG in gruppi di meditatori.

- 1) Nelle moderne neuroscienze esiste forte la tendenza al “**monismo radicale**” che riduce il problema **mente-cervello** ai **processi biochimici neuronali**. Ma è possibile intravedere una spiegazione di questi fenomeni nell’ambito della **fisica**?
- 2) Questo tipo di comunicazione – necessariamente inconscia – è rilevante nel **counseling**?

Mente e cervello : la « strana coppia » e la fisica

Dal punto di vista della fisica, il problema più grande posto dal rapporto fra **mente (conscia e inconscia) e cervello** riguarda **il principio di conservazione dell'energia**

→ Come può un'entità **non-materiale, la mente**, controllare un **sistema materiale, il cervello**, senza violare la conservazione dell'energia?

Controllare il cervello significa agire su atomi (**ioni** lungo gli assoni) e molecole (**neurotrasmettitori**) mediante forze opportune

Mente e cervello : la « strana coppia »

Emergenza di fenomeni mentali

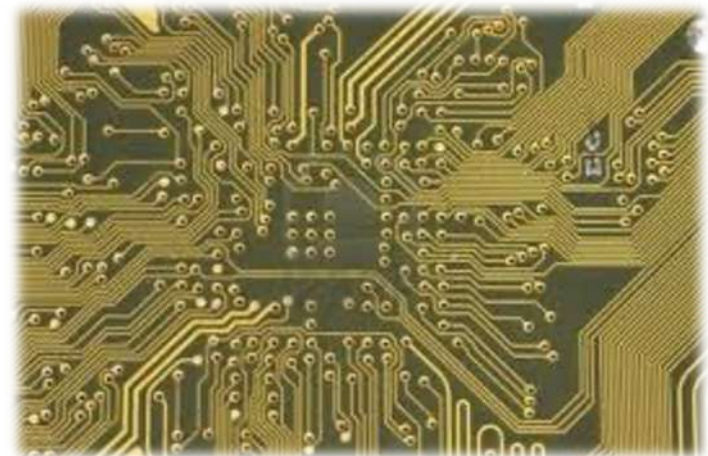
**Pensiero,
Emozione,
Intuizione,
Coscienza...**



Software

```
def add5(x):  
    return x+5  
  
def dotwrite(ast):  
    nodename = getNodeName()  
    label=symbol.sym_name.get(int(ast[0]),ast[0])  
    print '    %s [label="%s" % (nodename, label),  
    if isinstance(ast[1], str):  
        if ast[1].strip():  
            print ' = %s";' % ast[1]  
        else:  
            print '"]'  
    else:  
        print '"]';'  
        children = []  
        for n, childenumerate(ast[1:]):  
            children.append(dotwrite(child))  
        print , '    %s -> {' % nodename  
        for n,namechildren  
            print '%s' % name,
```

Hardware



Mente e cervello : la « strana coppia »

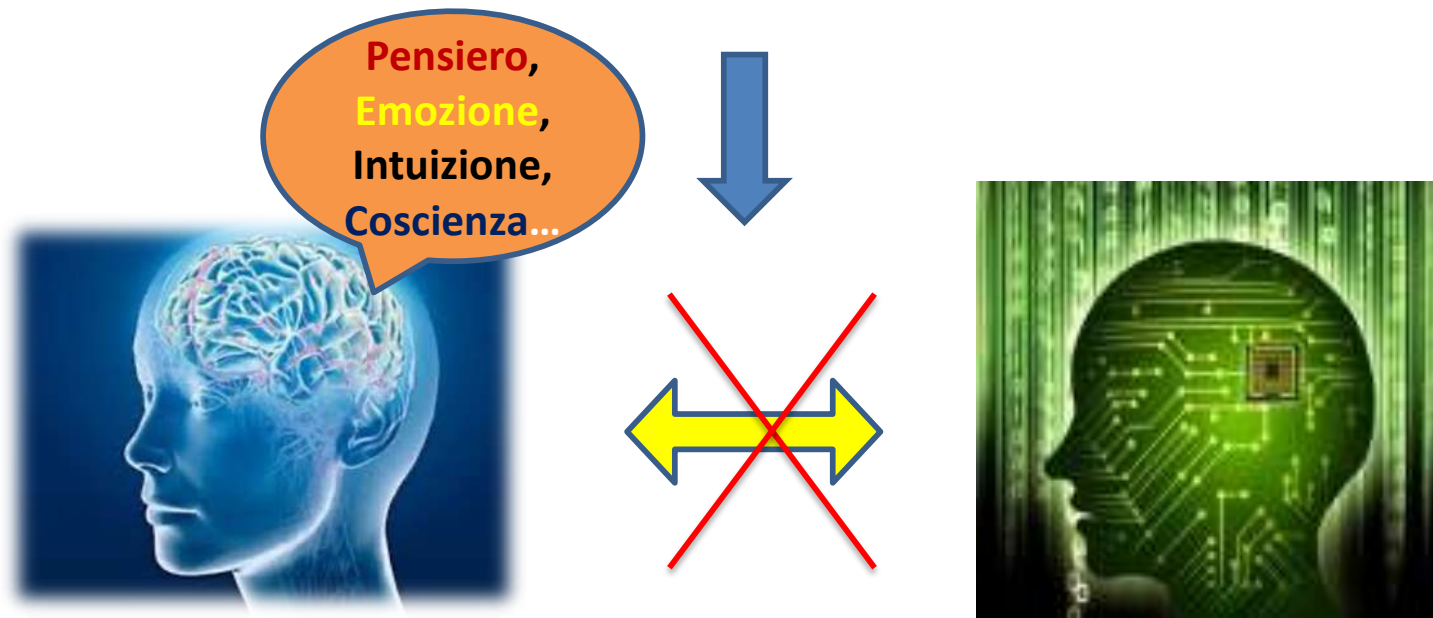
E' possibile argomentare in maniera rigorosa (Teorema di Gödel) che l'intuizione e la creatività in matematica possono risolvere problemi **NON COMPUTAZIONALI** cioè:

*Esistono funzioni mentali (**coscienti e inconscie**) impossibili da riprodurre mediante programmi per quanto complicati di un computer per quanto potente.*

→ Il cervello umano **NON** è una **macchina di Turing**

*«Una **macchina di Turing** è un modello matematico di calcolo che definisce una macchina astratta che manipola i simboli su un nastro secondo una tabella di regole. Nonostante la semplicità del modello, dato qualsiasi algoritmo informatico, è possibile costruire una macchina di Turing in grado di implementare la logica di quell'algoritmo»*

Mente e cervello **NON** sono software e hardware di un « computer »



La biochimica e l'elettrofisiologia della rete dei neuroni **NON POSSONO** spiegare l'esistenza di funzioni mentali **NON COMPUTAZIONALI**

→ La teoria {mente-cervello} = {software-hardware} di un computer biologico **non è sostenibile**

Il cervello NON è un computer classico

Il corpo umano ha bisogno in media di circa **100 W** di potenza metabolica che si traduce nella sintesi di **10^{21}** molecole di ATP al secondo. Nel corpo umano ci sono circa **$3,5 \times 10^{13}$** cellule e ognuna ha circa **10^3** mitocondri, quindi ci sono circa **$3,5 \times 10^{16}$** mitocondri e **3×10^4** eventi di produzione di ATP al mitocondrio per secondo. Si tratta di un insieme complesso di reazioni biochimiche, dette **fosforilazione ossidativa**, che convertono **1** molecola di glucosio in **38** molecole di ATP.

Il cervello è l'organo con il più alto tasso di consumo energetico: circa il **25%** della domanda totale di energia, cioè **25 W**. La fonte principale di energia è l'idrolisi delle molecole di ATP, ognuna fornisce circa **4×10^{-20}** Joule di energia libera. Il **70-80%** è usato per l'omeostasi termica, molta della rimanente serve per la sintesi proteica, ne resta circa un **5%** per immagazzinare l'informazione (**memoria**) e per processare le informazioni (**processi cognitivi**), circa **4W** in tutto.

Il cervello NON è un computer classico

I più moderni clusters di supercomputer come *BlueGene* hanno una potenza di calcolo di 10^{16} flops ma consumano intorno a 10 MW.

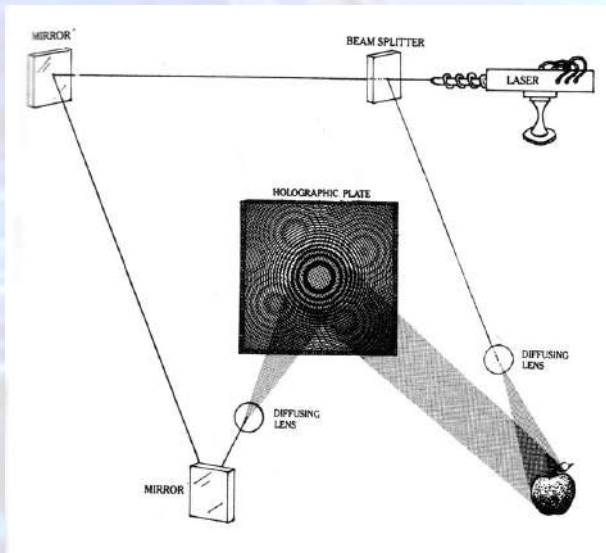
- **Cervello umano**: 100 miliardi (10^{11}) di neuroni, 10 mila (10^4) sinapsi per i neuroni grandi, 1000 (10^3) commutazioni al secondo $\rightarrow 10^{18}$ operazioni al secondo (flops) $\rightarrow$ confrontando con *BlueGene* il cervello umano dovrebbe consumare 1000 MW (la potenza di una centrale nucleare !)

- 10 milioni (10^7) di dimeri di tubulina dei microtubuli per neurone, tempo di commutazione circa un nanosecondo $\rightarrow 10^{16}$ operazioni per secondo per neurone $\rightarrow 10^{27}$ operazioni per secondo nel cervello

In base al cosiddetto limite di Landauer esiste un costo energetico minimo per ogni bit di informazione pari a $\epsilon = kT \ln(2) = 4 \times 10^{-21}$ Joule $\rightarrow$ realizzando questo limite teorico ottimale servirebbero sempre 4 MW di potenza (pari a 40000 volte la potenza metabolica corporea e un milione di volte l'effettivo consumo per i processi cognitivi)

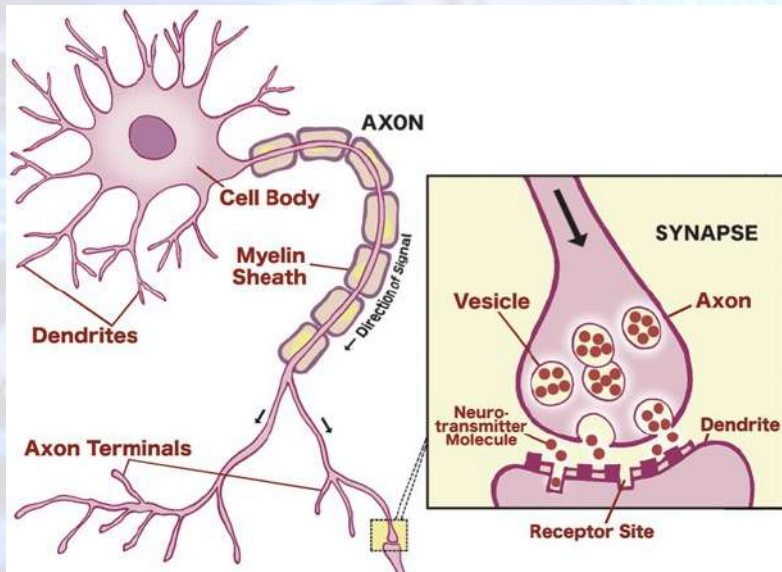
Il cervello NON è un computer classico

E' noto che danneggiamenti anche estesi della corteccia cerebrale **non implicano** necessariamente la **perdita di funzioni mentali superiori** (Karl Pribram, *modello olografico*)
Esiste un certo grado di **indipendenza** fra fenomeni mentali e processi biochimici/neuronali



Mente e cervello : la « strana coppia » e la fisica quantistica

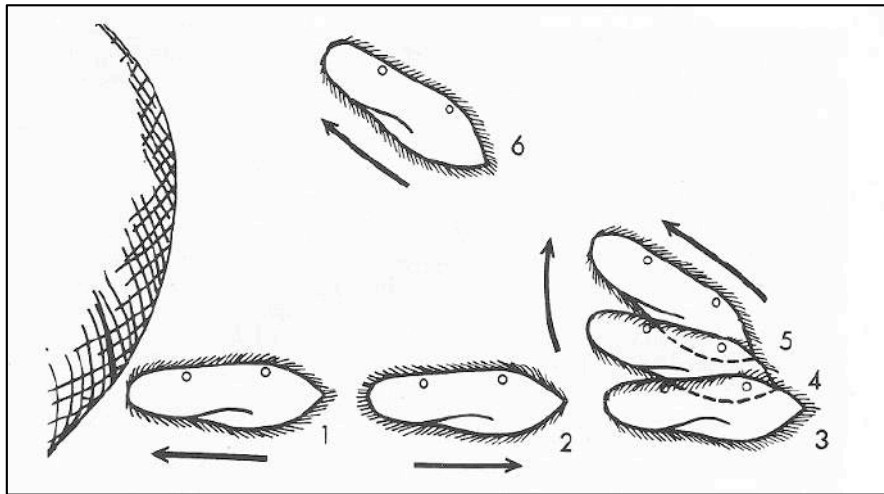
Il premio Nobel John Eccles, partendo da un punto di vista dualista, vedeva nella fisica quantistica la possibilità di spiegare come i fenomeni mentali possano influenzare il funzionamento cerebrale. Intervento della mente sulla probabilità di esocitosi dei neurotrasmettitori.



Se anche tutte le afferenze eccitatorie dei neuroni “dicono” di attivare un impulso lungo l’assone, questo avviene con una **probabilità** intorno al 22-25%

Funzioni di microtubuli e citoscheletro nel Paramecio

I microtubuli elaborano informazioni



Reazione del Paramecio in seguito ad uno stimolo “percepito” come pericoloso.

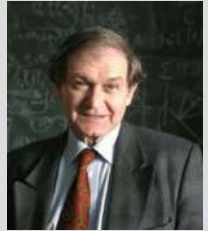
Nonostante i Parameci siano organismi unicellulari le azioni che compiono sono tutt'altro che banali. Le uniche strutture deputate a queste funzioni sono i **microtubuli** (il citoscheletro agirebbe come «cervello» del Paramecio)



Accoppiamento del Paramecio. 15

Mente e cervello : la « strana coppia » e la fisica quantistica

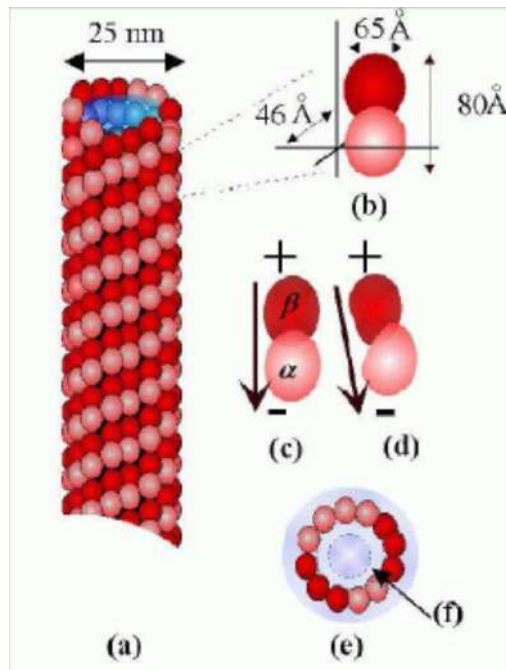
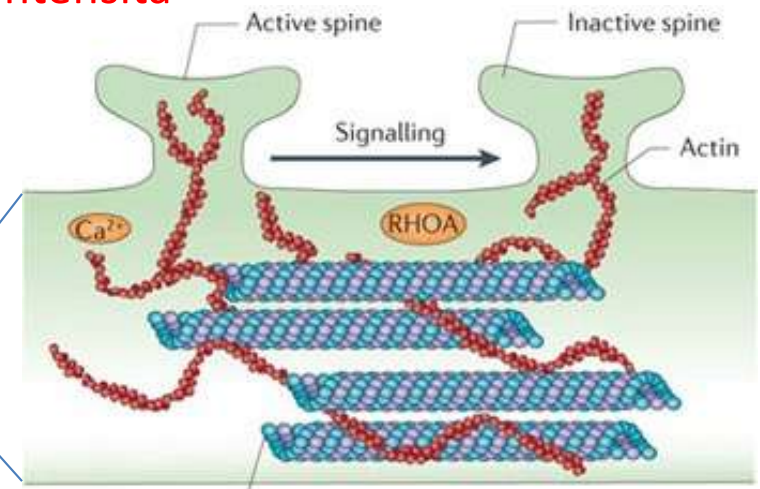
Roger Penrose (Nobel in Fisica 2020) ha elaborato una teoria precisa circa le **azioni non computazionali** della mente in base a:



- 1) l'unico fenomeno fisico che si suppone **non computazionale** si trova nella **fisica quantistica** (collasso della funzione d'onda).
- 2) l'osservazione di S. Hameroff che i **citoscheletri** possano essere i «cervelli» delle cellule eucariote (Paramecio). I **microtubuli** sarebbero sedi di elaborazione dell'informazione, i **due stati conformazionali** dei dimeri di tubulina sarebbero gli stati «**0 e 1**» degli elementi logici di base.
- 3) L'**ultrarete dei citoscheletri** neuronali è supposta essere la sede di fenomeni fisici quantistici, e sarebbe il supporto materiale di eventi mentali non computazionali.

Ultrastruttura di citoscheletri e fenomeni non computazionali

I microtubuli neuronali modulano l'intensità della trasmissione sinaptica



Processi **computazionali**

Fenomeni mentali **non computazionali**

Lo **Xenon**, gas nobile chimicamente inerte, è un potente **anestetico** (nessun anestetico agisce chimicamente):

Nell'uomo **spegne la coscienza** e le funzioni mentali, interagendo con le tubuline dei microtubuli

Ruolo di microtubuli e citoscheletro: Anestetici

Lo **Xenon**, gas nobile chimicamente inerte, è un potente **anestetico** (nessun anestetico agisce chimicamente):

- Nel Paramecio, interagendo con i microtubuli, inibisce la motilità
- Nell'uomo spegne la coscienza e le funzioni mentali, interagendo con le tubuline dei microtubuli



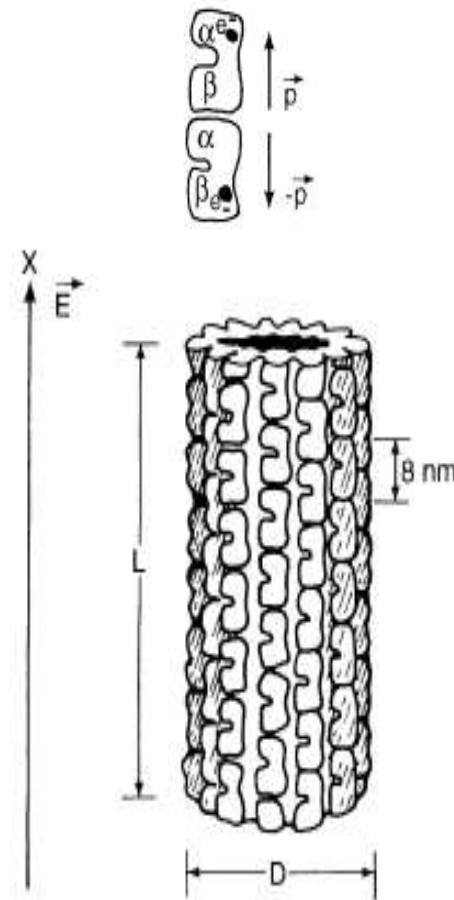
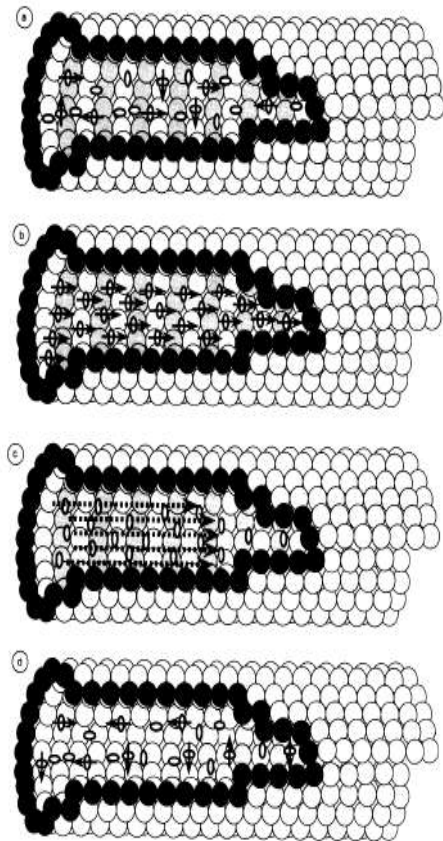
Nella tubulina sono presenti 47 siti per anestetici volatili

Inoltre dato che i microtubuli neuronali modulano l'intensità della trasmissione sinaptica



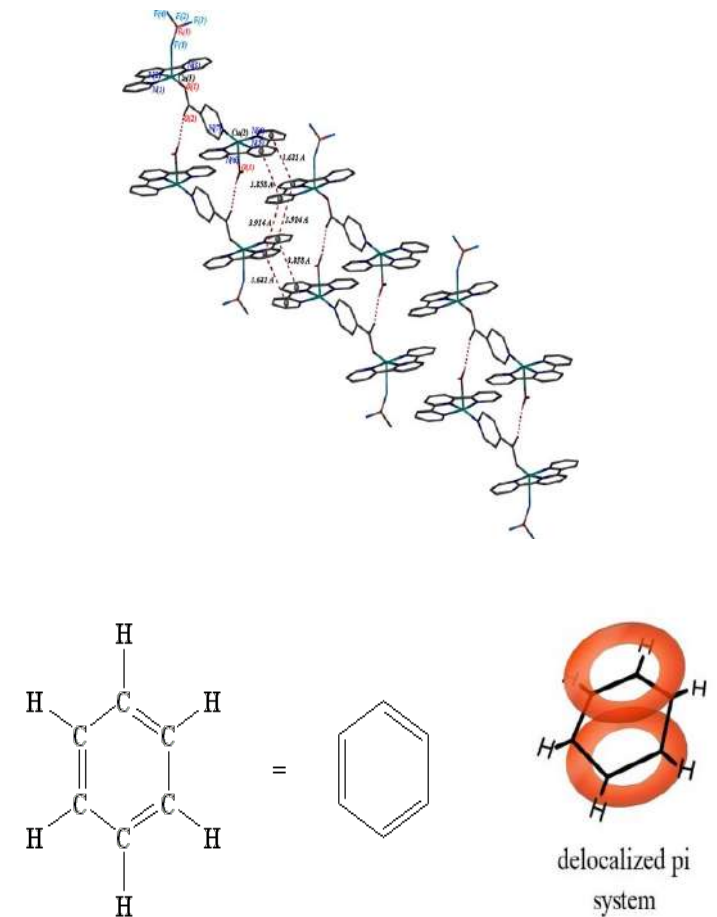
Microtubuli e citoscheletri neuronali hanno un ruolo centrale nell'esistenza dei fenomeni mentali

Tre livelli accoppiati



1) collective **quantum dynamics** called super-radiance by which coherent photons are created inside the microtubule

2) The vibrational properties of microtubules are described by means of **classical molecular dynamics**



3) The aromatic rings of tryptophan in tubulin subunits, form lattices supporting **quantum coherent energy transfer** from one tubulin dimer to its neighboring tubulin dimer through microtubules

Può la mente avere un'ontologia propria?

Dunque esiste molto diffuso un approccio **materialistico-riduzionista**, il “**monismo radicale**”, proprio della cultura scientifica occidentale, che **riduce** il problema **mente-cervello** ai processi **biochimici neuronali**

Di contro, può la fisica come scienza “dura” della natura andare verso il riconoscimento dell'esistenza di **un'ontologia propria** della **mente** e comunque in generale dei fenomeni mentali coscienti e inconsci?

>> Esiste **un'entità fisica** che non è **né materia né energia**?

LA FISICA QUANTISTICA

Una rottura col meccanicismo

Essa studia l'evoluzione temporale (la dinamica) dei sistemi microscopici (atomi, molecole, struttura della materia) ma:

- tutti gli stati possibili di un sistema hanno **esistenza simultanea** (principio di sovrapposizione)
- la dinamica di un sistema fisico è condizionata da tutti i suoi stati possibili (**controfattuali**)
- Quando un sistema microscopico interagisce con un dispositivo macroscopico (processo di misura) «sceglie» uno dei suoi stati possibili → **collasso della funzione d'onda**

LA FISICA QUANTISTICA

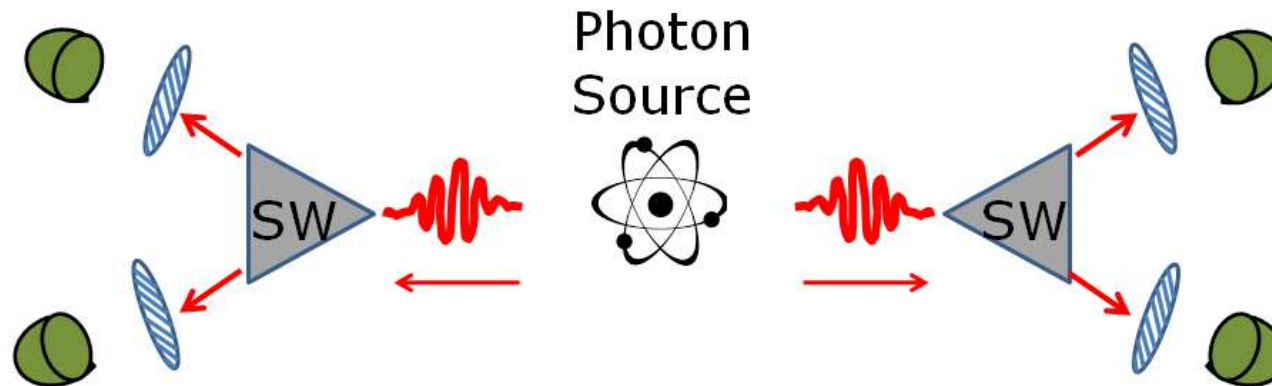
presenta varie « stranezze »

La **fisica quantistica** presenta il più grande **mistero** ad oggi conosciuto che sfida il nostro senso comune:

l'indivisibilità dei sistemi fisici

- L'**entanglement** è il fenomeno quantistico strano in cui due oggetti separati condividono effettivamente la stessa esistenza, *non importa quanto distanti possano essere!*
- “**telepatia**” fra i sottosistemi che vediamo come separati nello spazio-tempo

Il più grande « mistero » della fisica quantistica: ENTANGLEMENT (aggrovigliamento)

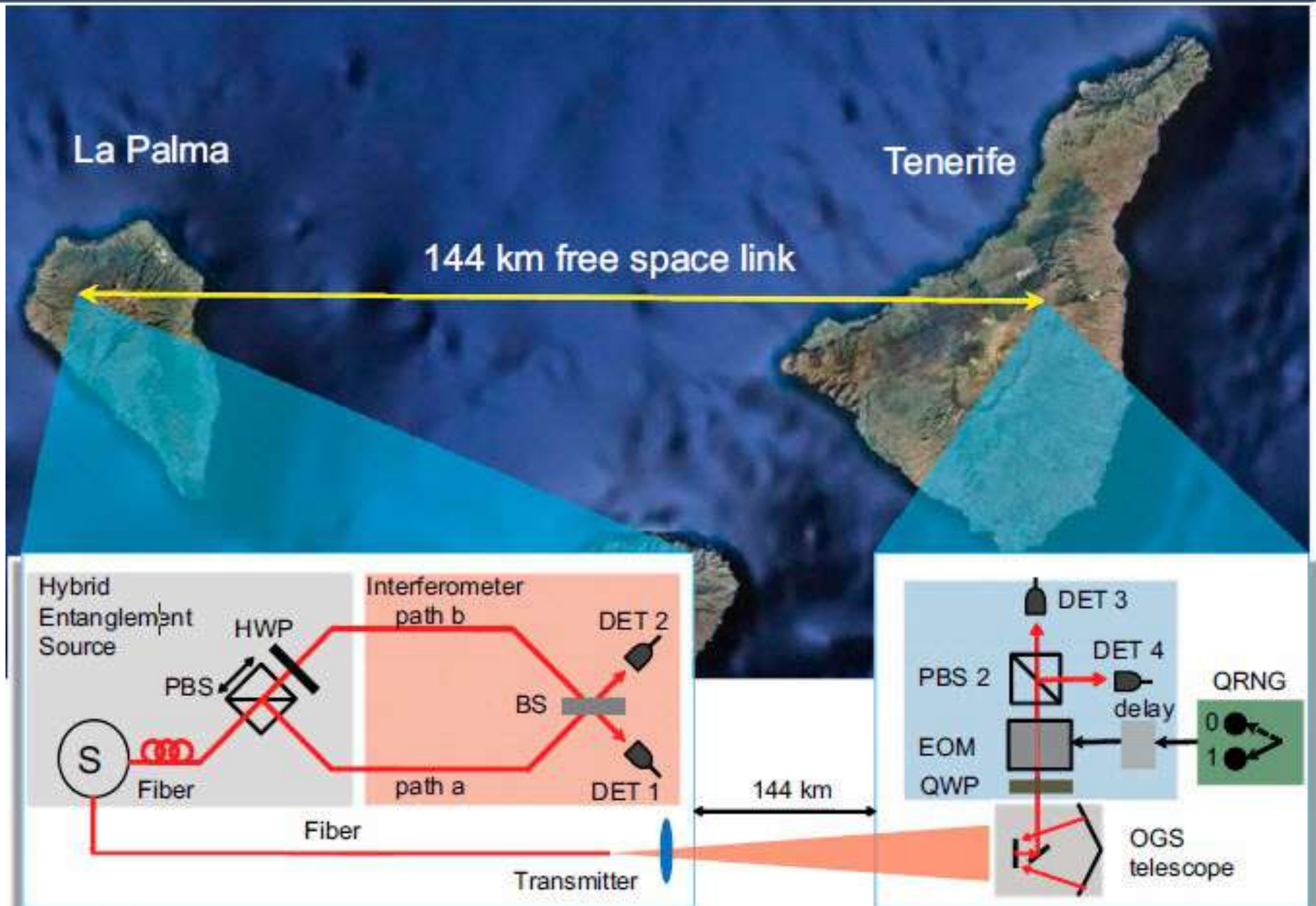


Una misura effettuata qui

Ha effetto **istantaneo** qui
Indipendentemente dalla distanza!

- Moltissime verifiche sperimentali
- l'azione a distanza avviene in **assenza di scambio di materia o energia**
→ **Informazione** come terza ontologia oltre materia ed energia?

ENTANGLEMENT - NONLOCALITÀ: « Spooky action at a distance »



ENTANGLEMENT - NONLOCALITÀ: « Spooky action at a distance »

PRL **110**, 210403 (2013)

PHYSICAL REVIEW LETTERS

week ending
24 MAY 2013

Entanglement Swapping between Photons that have Never Coexisted

E. Megidish, A. Halevy, T. Shacham, T. Dvir, L. Dovrat, and H. S. Eisenberg
Racah Institute of Physics, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem 91904, Israel
(2013; published 22 May 2013)

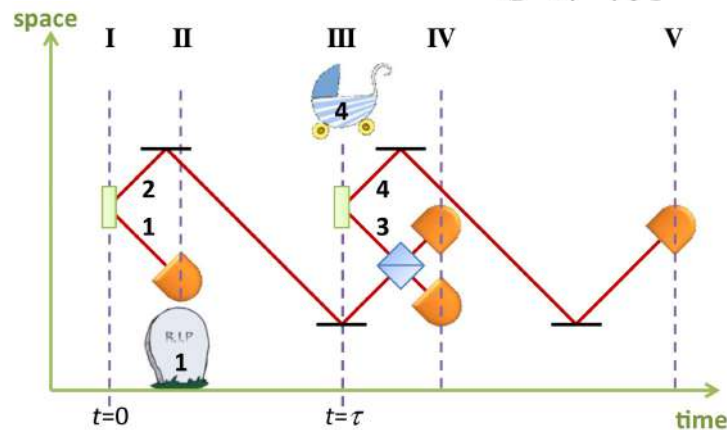


FIG. 1 (color online). Time line diagram. (I) Birth of photons 1 and 2, (II) detection of photon 1, (III) birth of photons 3 and 4, (IV) Bell projection of photons 2 and 3, (V) detection of photon 4.

L'entanglement mostra proprietà ancora più sconcertanti:

- Si manifesta tra entità che non hanno mai coesistito
- Produce effetti sul passato

PHYSICAL REVIEW LETTERS **131**, 150202 (2023)

Nonclassical Advantage in Metrology Established via Quantum Simulations of Hypothetical Closed Timelike Curves

David R. M. Arvidsson-Shukur¹, Aidan G. McConnell^{2,3,4} and Nicole Yunger Halpern^{5,6}

Materia, Energia, Informazione

David Bohm ha proposto un modello per l'evoluzione temporale che conduce al **collasso della funzione d'onda** di un sistema quantistico:

$$\frac{\partial \Psi(\mathbf{x}, t)}{\partial t} = \mathcal{B}(\mathbf{x}, t) - \frac{i}{\hbar} \hat{H} \Psi(\mathbf{x}, t)$$



Un campo $\xi(\mathbf{x}, t)$ di "variabili nascoste" **guida** il passaggio dalla sovrapposizione di stati ad un ben definito stato finale **senza accoppiamento energetico** (ma resta la nonlocalità)

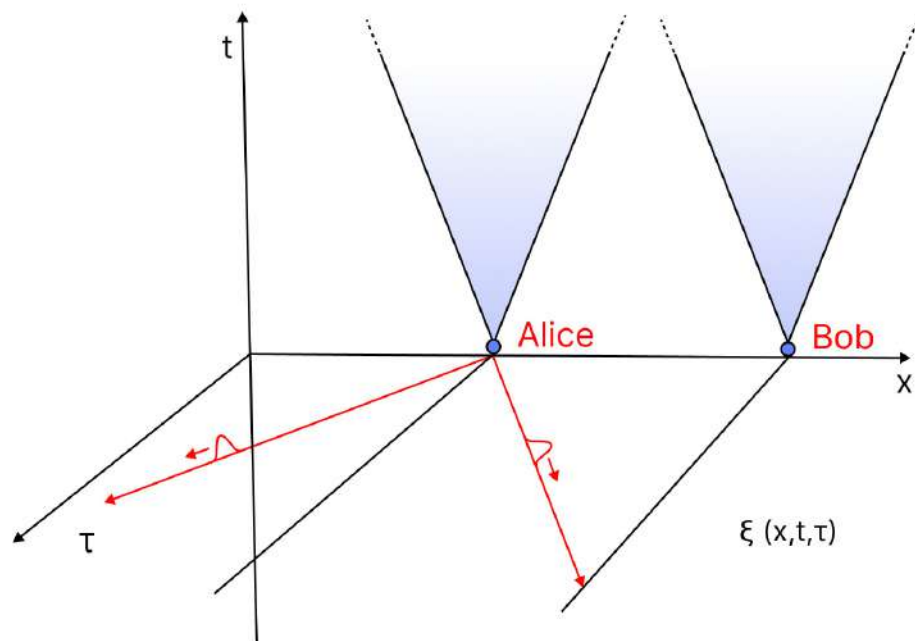
>> Il campo $\xi(\mathbf{x}, t)$ potrebbe essere un buon candidato per descrivere un'entità non materiale e non energetica avente delle **«qualità proto mentali»**

Un'ipotesi non convenzionale

Se ipotizziamo l'esistenza di **un'extra dimensione temporale** l'informazione può essere trasmessa a velocità finita senza violare la Relatività di Einstein mediante un campo $\xi(x,t,\tau)$ che non è **né materia né energia** (terza realtà ontologica)

Marco Pettini, *Quantum Entanglement without nonlocal causation in (3,2)-dimensional spacetime*, <https://arxiv.org/pdf/2311.17070.pdf>

$$ds^2 = g_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu = dx^2 + dy^2 + dz^2 - e^{2\varphi(\tau)}c^2dt^2 - w^2d\tau^2$$



$$g^{-1/2}\partial_\mu(g^{1/2}g^{\mu\nu}\partial_\nu\Psi) - m_5^2\Psi = 0$$

Si può spiegare perché non facciamo esperienza di questa extra dimensione temporale evitando vari paradossi
Spazio-tempo (3,2) dimensioni

Materia, Energia, Informazione

Per il momento, almeno **in linea di principio**, appare possibile partendo da **concetti e metodi della fisica** andare oltre il materialismo riduzionista e andare alla ricerca di una **ontologia** altra da materia ed energia dei **fenomeni mentali** e della **coscienza**

La **coscienza** (anche per la fisica) risulterebbe un **fondamentale** dell'Universo come lo spazio, il tempo e la massa

Nel **Buddhismo** il **Rigpa** (il livello estremamente sottile della coscienza) è legato alla materia ma ha una sua esistenza indipendente

Nell'**Induismo** il termine sanscrito **Akasha** (आकाश) indica l'**etere** da cui nascono tutte le cose, compresa la coscienza, ed è la memoria costante e duratura dell'Universo dove si archiviano tutte le esperienze e le conoscenze dell'anima.

....ogni elemento del mondo fisico ha in fondo – in un fondo molto profondo, nella maggior parte dei casi – una fonte e una spiegazione immateriali;

[...] in breve, tutte le cose fisiche sono in origine informazione..."

[J.A. Wheeler](#)

Secondo Sir James Jeans: “il flusso della conoscenza si dirige verso una realtà non meccanica; l'Universo comincia a somigliare più a un grande pensiero che a una grande macchina. La mente non sembra più essere un'intrusione accidentale nel regno della materia.

Dovremmo piuttosto salutarla come creatore e governatore del regno della materia”. Ma i fisici non hanno ancora seguito l'esempio di Galileo e convinto tutti delle meraviglie della meccanica quantistica.

Come spiegò Sir Arthur Eddington: “È difficile per il fisico pratico accettare l'idea che il substrato di ogni cosa sia di carattere mentale”.

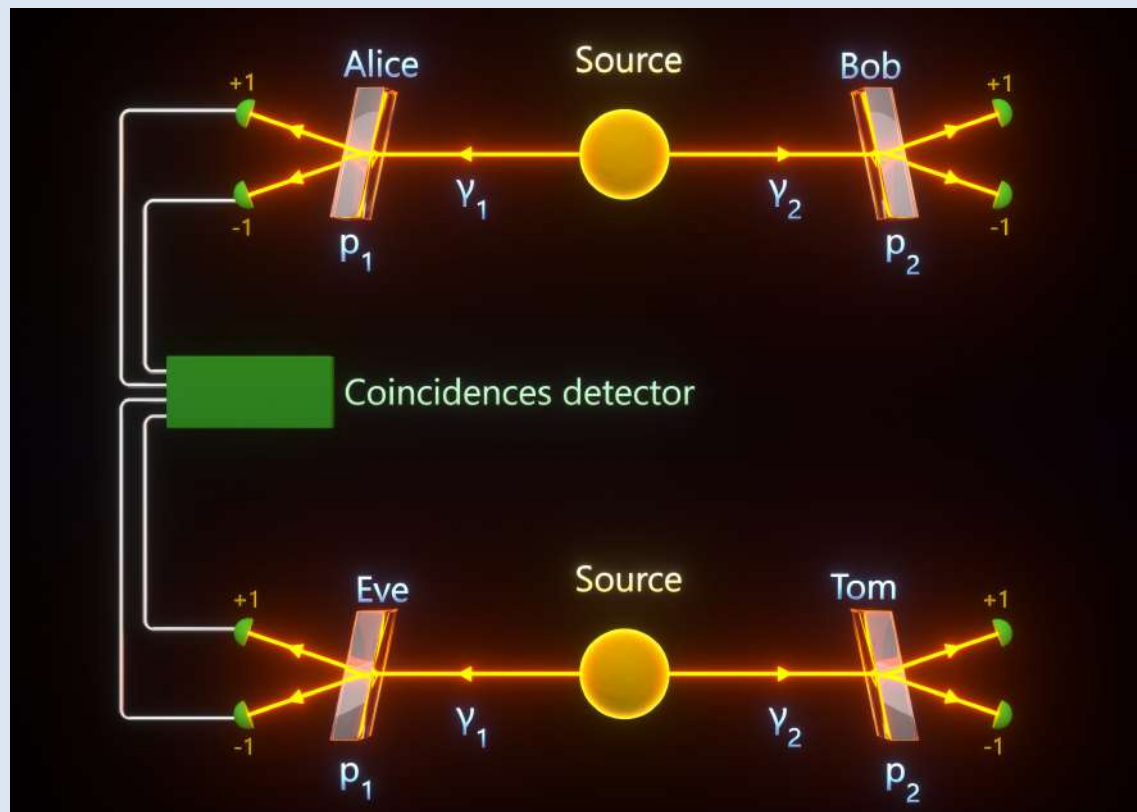
[R.C. Henry, *The Mental Universe*, Nature 436, 29 \(2005\)](#)

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Una possibile verifica sperimentale dell'ipotesi non convenzionale

Considerando due sistemi identici **se** il campo d'informazione $\xi(x,t,\tau)$ **esiste** allora si deve rilevare sperimentalmente l'entanglement anche fra sistemi **a-priori indipendenti** ma identici, in grado di «**risuonare**»



Fotoni entangled nei neuroni e coscienza

Entangled biphoton generation in the myelin sheath

Zefei Liu, Yong-Cong Chen, and Ping Ao

Phys. Rev. E 110, 024402 – Published 2 August 2024

Consciousness within the brain hinges on the synchronized activities of millions of neurons, but the mechanism responsible for orchestrating such synchronization remains elusive..... The finding may offer insight into the brain's ability to leverage these resources for quantum information transfer, thereby elucidating a potential source for the synchronized activity of neurons.

