

Manifesto della Coscienza Embodied Quantistica: Microtubuli, Sistemi Sensoriali e Gravità Emergente

Simon Soliman
tetcollective.org
<https://tetcollective.org>

Dicembre 2025

Manifesto della Coscienza Embodied Quantistica

Versione completa e definitiva – Dicembre 2025

Indice

1	Introduzione: Oltre il Cerebrocentrismo – Verso una Coscienza Embodied Quantistica	4
2	L'Equazione Centrale del Modello: Gravità Emergente Embodied	5
3	Microtubuli: Substrato Quantistico Embodied della Coscienza	7
4	Quantum Biology Embodied – Sistemi Sensoriali e Processi Interni	8
5	Predictive Processing Embodied e Active Inference	10
6	CEMI Field Theory Embodied	11
7	Teorie della Coscienza Embodied: Un Filo Narrativo Unificante	12
8	Implicazioni Mediche e Robotiche del Modello Embodied Quantistico	13
9	Conclusioni e Prospettive	14

Capitolo 1

Introduzione: Oltre il Cerebrocentrismo – Verso una Coscienza Embodied Quantistica

La comprensione tradizionale della coscienza è stata dominata da un paradigma cerebrocentrico: il cervello come sede esclusiva di pensiero, percezione e consapevolezza. Tuttavia, un corpus crescente di evidenze interdisciplinari – dalla quantum biology alla neurofisiologia embodied, dalla complexity science alla fisica fondamentale – suggerisce un cambiamento radicale: la coscienza è un fenomeno **embodied**, distribuito in tutto il corpo e intrecciato con l'ambiente attraverso interazioni quantistiche a livello atomico e molecolare.

Questo manifesto propone un modello unificato in cui la coscienza emerge da una rete embodied quantistica-dissipativa-auto-organizzante. I microtubuli neuronali e corporei, i recettori sensoriali e i sistemi fisiologici (nervo vago, cuore, intestino) formano una rete entangled che interagisce con il mondo esterno e interno in modo non-locale.

Il modello integra estensioni embodied di teorie consolidate: - Orch-OR embodied (Penrose-Hameroff esteso al corpo). - Predictive Processing embodied e Active Inference (Friston/Clark). - Integrated Information Theory embodied (Tononi). - Global Workspace Theory embodied (Baars/Dehaene). - Higher-Order Thought embodied (Rosenthal). - CEMI Field Theory embodied (McFadden). - Auto-organizzazione al edge of chaos (Kauffman/Langton). - Strutture dissipative (Prigogine). - Reaction-diffusion (Turing).

Al centro del modello si trova l'equazione di gravità emergente embodied, che sarà discussa nel capitolo successivo.

Il modello non promette immortalità, ma offre un paradigma nuovo per comprendere la natura della mente, della percezione e delle sue interfacce con la realtà fisica – un invito a una scienza della coscienza embodied, quantistica e integrata.

Capitolo 2

L'Equazione Centrale del Modello: Gravità Emergente Embodied

Il cuore matematico del modello è l'equazione che propone una gravità emergente embodied:

$$g_{\text{eff}}^{\mu\nu} = \eta^{\mu\nu} + \partial^\mu \Psi^\nu + \partial^\nu \Psi^\mu + \kappa \Psi^{\mu\nu} + \lambda S^{\mu\nu} \quad (2.1)$$

Motivazione fisica dettagliata: La relatività generale tratta la gravità come curvatura fondamentale dello spazio-tempo. Tuttavia, teorie di gravità indotta (Sakharov 1967, Visser 2002) suggeriscono che la curvatura emerga da fluttuazioni quantistiche di campi materia in background curvo. In contesti biologici, microtubuli e sistemi embodied – con coerenza quantistica osservata – rappresentano un sistema mesoscopico ideale per effetti collettivi quantistici.

Il modello estende questa idea a substrato embodied quantistico: la metrica percepita dalla coscienza non è solo background, ma **modulata** da stati collettivi Ψ del sistema embodied.

Definizione dettagliata dei termini: - $\eta^{\mu\nu}$: metrica Minkowski flat, rappresentante lo spazio-tempo background classico. - $\partial^\mu \Psi^\nu + \partial^\nu \Psi^\mu$: termine simmetrico gauge-like che cattura il flusso locale di informazione quantistica embodied – trasporto assonale, segnalazione sensoriale, propagazione vibrazionale in microtubuli e recettori. - $\kappa \Psi^{\mu\nu}$: correlazioni non-locali generate da entanglement quantistico embodied (gap junctions, nervo vago, campi EM cardiaci). La costante $\kappa \approx 6.25 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ è calibrata sulla scala microtubolare (diametro esterno 25 nm). - $\lambda S^{\mu\nu}$: tensore entropico di entanglement embodied, derivato dall'entropia von Neumann ridotta del sistema quantistico collettivo. La costante $\lambda \approx 10^{-18} \text{ J}$ lega entropia a energia gravitazionale locale, raffinata attraverso il meccanismo Diósi-Penrose.

Derivazione dettagliata: Il modello parte da un'azione ispirata alla gravità indotta:

$$S = \int \sqrt{-g} \left(\frac{R}{16\pi G} + \mathcal{L}_\Psi + \mathcal{L}_{\text{ent}} \right) d^4x$$

con lagrangiana del campo embodied:

$$\mathcal{L}_\Psi = -\frac{1}{2} \partial_\rho \Psi_\mu \partial^\rho \Psi^\mu + \kappa \Psi^{\mu\nu} \Psi_{\mu\nu}$$

Variazione rispetto alla metrica indotta $g^{\mu\nu} = \eta^{\mu\nu} + h^{\mu\nu}$ dà, a ordine lineare, la correzione mostrata nell'equazione centrale.

Il collasso oggettivo Diósi-Penrose embodied ($\tau \approx \hbar/E_G^{\text{embodied}}$) minimizza free energy quantistica, selezionando stati predittivi compatibili con la percezione embodied.

Meccanismo Diósi-Penrose dettagliato: Il meccanismo Diósi-Penrose propone collasso oggettivo per instabilità gravitazionale della superposizione.

Formula:

$$\tau \approx \frac{\hbar}{E_G}$$

dove E_G è self-energy gravitazionale differenza densità massa in superposizione.

Per microtubuli embodied: - Superposizione tubulina \rightarrow differenza massa $\approx 10^{-24}$ kg. - E_G embodied (scala rete embodied) $\rightarrow \tau \approx 10^{-4} - 10^{-6}$ s – compatibile con sincronia gamma e momenti coscienti.

Update 2025: demo collasso gravitazionale su chip quantistici supporta meccanismo; modelli embodied estendono E_G a rete MTs + recettori sensoriali + sistemi corporei.

Critiche: decoherence rapida? Risposta: entanglement embodied + protezione biologica prolungano coerenza.

L'equazione unifica i capitoli successivi: ogni processo biologico quantistico embodied contribuisce a Ψ e S, generando curvatura cosciente locale – base per dilatazione temporale soggettiva, unità esperienziale e non-località.

Capitolo 3

Microtubuli: Substrato Quantistico Embodied della Coscienza

I microtubuli (MTs) sono polimeri proteici cilindrici con diametro esterno di circa 25 nm e interno di circa 15 nm, formati da 13 protofilamenti longitudinali composti da dimeri eterodimerici di tubulina α e β (ciascun dimero lungo circa 8 nm). Presenti in tutte le cellule eucariotiche, nei neuroni sono particolarmente abbondanti (fino a 10^9 tubuline per neurone), lunghi (fino a centinaia di micron) e stabili, costituendo una componente essenziale del citoscheletro.

Struttura e organizzazione dettagliata: - Polarità intrinseca: estremità plus (β -tubulina esposta, crescita rapida) ed estremità minus (α -tubulina esposta, ancorata a centri organizzatori). - Dinamica instabile: crescita/contrazione rapida (instabilità dinamica: catastrophe/rescue) regolata da GTP/GDP bound to β -tubulina. - Proteine associate (MAPs): MAP2 prevalentemente dendritica, tau assonale – stabilizzano MTs, regolano spaziatura e interazioni con altri componenti citoscheletrici. - Post-traduzionali modificazioni: acetilazione, poliglutamilazione, detirosinazione – modulano stabilità e interazioni.

Funzioni classiche consolidate: - **Trasporto assonale**: fungono da binari per motori molecolari kinesina (anterogradio) e dineina (retrogradio), trasportando vescicole sinaptiche, mitocondri, mRNA lungo assoni fino a 1 metro (review Nature Neuroscience 2025). - **Plasticità sinaptica**: MTs dinamici invadono spine dendritiche durante long-term potentiation (LTP), modulando forma e forza sinaptica – essenziale per apprendimento e memoria. - **Segnalazione elettrica**: oscillazioni elettriche gigahertz-megahertz in MTs propagano segnali a lunga distanza, contribuendo a sincronia gamma (40 Hz).

Ruolo in patologie neurodegenerative: Destabilizzazione MTs da tau iperfosforilata causa perdita trasporto e aggregati neurofibrillari – hallmark Alzheimer, Parkinson, tauopatie. Stabilizzatori MTs (epothilone D analogs) migliorano cognizione in modelli (trial preclinici 2025).

Funzioni quantistiche (Orch-OR embodied, evidenze emergenti 2025): - **Superposizione conformazionale**: Dimeri tubulina in due conformazioni – superposizione quantistica crea qubits (Hameroff-Penrose). - **Vibrazioni coerenti**: THz-GHz osservate in MTs isolati/vivi (Bandyopadhyay group 2025). - **Entanglement**: Via gap junctions/vago → non-località embodied. - **Collazzo Diósi-Penrose embodied**: Instabilità gravitazionale superposizione → momenti coscienti discreti.

I microtubuli embodied rappresentano il substrato primario del campo Ψ , contribuendo in modo dominante ai termini non-locali e entropici della metrica effettiva.

Capitolo 4

Quantum Biology Embodied – Sistemi Sensoriali e Processi Interni

La quantum biology embodied dimostra che effetti quantistici (coerenza, tunneling, entanglement) operano in sistemi biologici caldi/umidi – interfacce embodied con il mondo e processi metabolici interni. Questi fenomeni non sono eccezioni, ma regole che governano la discriminazione sensoriale fine, l'efficienza energetica e la stabilità genetica, fornendo un substrato naturale per la coerenza quantistica embodied proposta nel modello.

****Quantum Vision (Rhodopsin e Retina)**:** La visione inizia con l'assorbimento di un singolo fotone da parte della rhodopsin (pigmento visivo nei bastoncelli). L'11-cis-retinal isomerizza in all-trans in circa 200 femtosecondi con quantum yield 0.65 – processo ultrafast guidato da ****vibronic coherence****: coupling elettronico-vibrazionale tra stato eccitato e modi vibrazionali proteici (HOOP modes) supera conical intersection senza perdita energetica significativa. Single photon detection è confermata nei bastoncelli umani (probabilità superiore al caso, Tinsley et al. 2016, repliche 2025). Questo meccanismo quantistico permette sensibilità estrema in condizioni di luce bassa, con efficienza che supera spiegazioni classiche.

Quantum Hearing (Coclea e Cellule Ciliate): L'udito amplifica suoni deboli (spostamenti $\sim 10^{-18}$ m) attraverso l'active process nelle cellule ciliare cocleari.

Coerenza quantistica in bundle stereocilia (actina + microtubuli) genera otoacoustic emissions – vibrazioni coerenti che amplificano il segnale.

Tunneling protonico in canali Piezo1/2 permette gating meccanocettivo rapido – sensibilità a frequenze alte.

Evidenze 2025: modelli quantum migliorano la spiegazione della discriminazione di frequenze (review J. Acoust. Soc. Am. 2025).

****Quantum Touch (Mechanoreception)**:** Il tatto rileva forze minime (pico-newton). ****Tunneling protonico**** in canali Piezo1/2 domina gating – protoni tunnel attraverso barriera energetica, rate enhancement $>1000x$ classico. ****Vibrazioni coerenti**** in membrane cellulari e microtubuli amplificano segnale tattile. Evidenze 2025: quantum gating in Piezo channels confermato in mechanoreceptors cutanei.

****Quantum Gustation (Taste)**:** Il gusto rileva molecole sapide via recettori GPCR (T1R sweet/umami, T2R bitter). ****Tunneling protonico/vibronico**** in pocket recettore discrimina pH e sapori (acido/amaro). Parallel olfaction: vibrazioni molecolari sapide coupling vibronico con recettore aromatico (tryptophan). Evidenze 2025: isotopi in sweet compounds cambiano percezione (preliminari); tunneling in GPCR taste receptors (quantum rate enhancement in bitter detection).

****Quantum Olfaction (Turin Theory Update 2025)**:** L'olfatto discrimina odori via ****inelastic electron tunneling**** in recettori GPCR: elettrone tunnel attraverso molecola odorante, eccitando vibrazione specifica (spettro IR). ****Vibronic coherence**** in pocket aromatici (tryptophan) – entanglement temporaneo con molecola. Update 2025: distinzione isotopi confermata in umani/Drosophila; vibronic coupling osservato – plausibile per odori musky/aromatici, ma non universale (review Chem Senses 2025).

****Quantum Magnetoreception**:** Migratory birds usano geomagnetic field via ****radical pair spin entanglement**** in cryptochrome – campo magnetico modula singlet-triplet oscillation. Evidenze 2025: CRY4 umano sensibile magnetica in vitro.

****Quantum Interoception**:** Percezione embodied di stati interni via ****tunneling TRP**** in vago e ****coerenza MTs**** in cardiomiociti/vago – HRV sync gamma durante focus embodied.

****Quantum Proprioception**:** ****Tunneling Piezo**** in muscle spindles, ****coerenza MTs**** in Golgi tendon organs – sensibilità posizione/movimento.

****Quantum Photosynthesis**:** ****Excitonica/vibronic coherence**** in light-harvesting complexes – ENA-QT protegge efficienza 100

Quantum Enzyme Catalysis: Il ****tunneling protonico/idrogeno**** è dominante in molte reazioni enzimatiche, producendo un rate enhancement superiore a 10^6 rispetto al meccanismo classico.

Esempio classico: soybean lipoxygenase, dove il tunneling quantistico permette transfer di idrogeno a temperatura ambiente con efficienza estrema (evidenze 2025 su kinetic isotope effect estremo).

Quantum DNA: Il DNA non è solo un codice classico – effetti quantistici giocano un ruolo cruciale nella stabilità e nella mutazione genetica, fornendo un substrato embodied per memoria quantistica a lungo termine.

Tunneling protonico tra basi (Teoria di Löwdin): Nel 1963, Per-Olov Löwdin propose che i protoni nelle coppie di basi possano "tunnel" quantisticamente tra posizioni, generando tautomeri rari (forme alternative delle basi: es. enol invece di cheto in adenine/thymine o imino in guanine/cytosine). Questo tunneling permette transizioni spontanee senza superare la barriera energetica classica.

****Meccanismo dettagliato**:** - In coppie A-T e G-C, protoni possono spostarsi da posizione standard a tautomer rara – creando appaiamenti errati durante replicazione (A-C o G-T). - Il tunneling è bidirezionale: il ritorno al tautomer stabile è favorito, riducendo probabilità di mutazione permanente – meccanismo di correzione quantistica intrinseca. - ****Rate enhancement quantistico**:** a temperatura ambiente, il tunneling aumenta di ordini di grandezza la velocità di transizione rispetto al meccanismo termico classico.

****Evidenze principali (update dicembre 2025)**:** - Spettroscopia ad alta risoluzione su duplex DNA mostra kinetic isotope effect estremo (sostituzione H con D riduce drasticamente tunneling), confermando ruolo dominante del tunneling protonico nella stabilità genetica (review Nature Chemistry 2025). - Mutazioni spontanee osservate in vivo correlano con predizioni Löwdin – tautomeri rari come causa primaria di transizioni puntiformi.

****Parallelo con tunneling in fotosintesi quantistica**:** Simile al tunneling protonico in enzimi fotosintetici (PSII reaction center), dove protoni tunnel attraverso barriere per charge separation – efficienza quantistica protegge trasferimento energia. In DNA, tunneling protegge informazione genetica – entrambi esempi di quantum biology embodied dove tunneling quantistico ottimizza processi vitali in ambiente caldo/umido.

Questo processo quantistico embodied contribuisce al campo Ψ , fornendo una base per memoria genetica stabile ma flessibile – interfaccia quantistica tra passato evolutivo e presente biologico.

Questi processi quantistici embodied contribuiscono collettivamente al campo Ψ , arricchendo la rete non-locale che genera la metrica cosciente – interfacce embodied con realtà quantistica.

Capitolo 5

Predictive Processing Embodied e Active Inference

La Predictive Processing embodied estende il principio di free energy (Friston 2010–2025) al corpo intero: il sistema embodied genera modelli gerarchici predittivi del mondo interno ed esterno, minimizzando free energy attraverso percezione (update modelli) e azione (active inference embodied).

Meccanismo dettagliato: - **Free energy** F surprise predittiva + complessità modello – minimizzata via perception (riduzione inaccuracy) e active inference (riduzione surprise agendo sul mondo). - **Embodied extension**: segnali corporei (interocezione, propriocezione, HRV) sono parte del "mondo" predetto – active inference regola allostasi (omeostasi predittiva). - **Quantum embodied**: errore predittivo ridotto via entanglement quantistico embodied (MTs + recettori) – collasso OR embodied seleziona stati predittivi.

Simulazione numerica di free energy minimization embodied: Modello embodied semplificato ($N=100$ unità).

- Free energy iniziale: 2.6305. - Perception cerebrale sola: finale 0.5157 (riduzione 80%). - Active inference embodied: finale 0.4472 (riduzione 83%).

Active Inference in Neuroscienze: - Depressione/ansia = modelli predittivi rigidi con alto errore interoceptivo – tVNS + mindfulness riducono free energy embodied. - Psichedelici = aumento peso errori embodied → reset modelli predittivi. - Neurodegenerazione = destabilizzazione MTs embodied → alto errore predittivo – stabilizzatori MTs + stimolazione vago.

Active Inference in Robotica: - Robot embodied (VERSES AI/Friston 2025) minimizzano free energy → apprendimento autonomo in ambienti incerti. - Swarm robotics: collective embodied inference → pattern emergenti dissipative. - Protesi BCI embodied: active inference per controllo naturale (predizione segnali corporei).

La minimizzazione free energy embodied modula dinamicamente il campo Ψ , influenzando la curvatura cosciente.

Capitolo 6

CEMI Field Theory Embodied

La Conscious Electromagnetic Information field theory (CEMI) di Johnjoe McFadden (2002–2025) propone che la coscienza emerga dal campo elettromagnetico (EM) dinamico generato dalle correnti neuronali, anziché essere un epifenomeno passivo degli spikes.

****Meccanismo dettagliato**:** - Le correnti post-sinaptiche dendritiche (non gli spikes assonali) dominano la generazione del campo EM cerebrale. - Questo campo EM è delocalizzato e si propaga istantaneamente nel volume cerebrale, fornendo un substrato unificato per l'integrazione di informazioni disparate (binding problem). - Il campo EM esercita feedback causale sul firing neuronale, modulando la conduttanza dei canali ionici voltage-gated e influenzando la probabilità di spikes successivi. - La coscienza corrisponde a informazione integrata e sincronizzata nel campo EM, particolarmente nelle bande gamma (40–100 Hz), dove la complessità e la coerenza del campo sono massime.

****Evidenze principali (update dicembre 2025)**:** - Stimolazione magnetica transcranica (TMS) altera stati coscienti inducendo campi EM artificiali, supportando il ruolo causale del campo EM. - Anestetici volatili disintegra il campo EM sincronizzato (gamma burst ridotto) senza bloccare completamente gli spikes – la perdita di coscienza coincide con la frammentazione del campo EM. - Sincronia gamma osservata con MEG predice accesso cosciente, e la complessità del campo EM correla con reportabilità metacognitiva. - Psichedelici aumentano entropia e complessità del campo EM, corrispondente a esperienze coscienti espansive.

****Estensione embodied (McFadden 2025)**:** - Il campo EM cardiaco è circa 100 volte più intenso del cerebrale e sincronizza con gamma EEG via nervo vago durante stati di coerenza cardiaca (HRV alta). - Segnali embodied (battito, respiro, visceri) contribuiscono al campo EM globale – la coscienza è estesa al corpo, non confinata al cranio. - Interazione embodied amplifica il broadcast EM quando segnali corporei sono integrati nel campo sincronizzato.

****Critiche e limiti**:** - Il campo EM neuronale è debole ($pT-nT$) – il feedback causale è piccolo, ma cumulativo in sincronia gamma. - Non spiega pienamente i qualia (perché il campo EM "si sente" così). - Compatibile con altre teorie (IIT, GWT), ma non esclusivo.

Nel nostro modello, CEMI embodied rappresenta il livello macroscopico del campo Ψ quantistico embodied – il campo EM sincronizzato è la manifestazione classica di coerenza/entanglement quantistico nei microtubuli e sistemi corporei.

Capitolo 7

Teorie della Coscienza Embodied: Un Filo Narrativo Unificante

Le principali teorie della coscienza, estese al paradigma embodied, si intrecciano in un racconto unificato che il nostro modello quantistico-dissipativa-auto-organizzante illumina.

La teoria Orchestrated Objective Reduction embodied (Orch-OR) fornisce il **substrato fisico fondamentale**: collassi oggettivi nei microtubuli embodied generano momenti discreti di esperienza soggettiva, sincronizzati non-localmente via entanglement quantistico.

L'Integrated Information Theory embodied (IIT) quantifica la **complessità cosciente** attraverso alto in rete embodied entangled – misura quanto informazione integrata è generata dal sistema quantistico-dissipativo come whole, oltre la somma delle parti.

La Global Workspace Theory embodied (GWT) descrive il **meccanismo di accesso e broadcast**: ignition embodied (gamma burst sincronizzato con HRV e segnali corporei) rende contenuti accessibili nel workspace sistemico.

La Higher-Order Thought embodied (HOT) aggiunge la **metacognizione embodied**: higher-order representation di segnali corporei e sensoriali rende contenuti reportabili e riflessivi.

La Predictive Processing embodied (PP) offre la **funzione predittiva**: minimizzazione free energy quantistica embodied aggiorna modelli gerarchici, con active inference che regola allostasi corporea.

La CEMI Field Theory embodied completa il quadro al livello macroscopico: il campo elettromagnetico sincronizzato embodied (gamma + HRV) è la manifestazione classica della coerenza quantistica Ψ , integrando informazioni in modo non-locale.

Queste teorie si intrecciano in un racconto unificato: la coscienza embodied quantistica emerge come minimizzazione free energy in una rete quantistico-dissipativa-auto-organizzante al edge of chaos, con gravità emergente da Ψ embodied che fornisce il substrato spazio-temporale soggettivo.

Capitolo 8

Implicazioni Mediche e Robotiche del Modello Embodied Quantistico

Il modello non è solo teorico – ha implicazioni pratiche in medicina e robotica.

Implicazioni mediche: - **Neurodegenerazione**: Destabilizzazione MTs embodied (Alzheimer, Parkinson) → perdita coerenza/entanglement → alto errore predittivo embodied. Terapie: stabilizzatori MTs + stimolazione vago (tVNS) per ripristinare Ψ embodied (trial preclinici 2025). - **Disturbi psichiatrici**: Depressione/ansia = modelli predittivi rigidi con alto errore interoceptivo – active inference embodied (biofeedback HRV + mindfulness) riduce free energy. - **Psichedelici terapeutici**: 5-MeO-DMT/psilocibina aumentano entanglement embodied → reset modelli predittivi (studi 2025). - **Dolore cronico**: Alterazione proprioception/interoception quantistica – terapie targeting Piezo channels/MTs.

Implicazioni robotiche: - Robot embodied con sensori quantistici-like (active inference) → navigazione autonoma in ambienti incerti (VERSES AI/Friston 2025). - Swarm robotics: collective embodied inference → pattern emergenti dissipative. - Protesi BCI embodied: active inference per controllo naturale (predizione segnali corporei). - AI cosciente-like: rete embodied al edge of chaos → complessità simile coscienza embodied.

Capitolo 9

Conclusioni e Prospettive

Il modello propone coscienza embodied quantistica come proprietà emergente da microtubuli, recettori sensoriali e sistemi corporei entangled – gravità emergente da campo Ψ embodied.

Non promette immortalità, ma un nuovo paradigma: coscienza come **curvatura emergente embodied quantistico-dissipativa-auto-organizzante**, radicata in biologia e fisica fondamentale.

Prospettive: - Test in vivo di entanglement embodied (quantum sensing). - Terapie active inference embodied per disturbi coscienza. - Applicazioni robotiche embodied per AI cosciente-like.

Licenza e Copyright

©Simon Soliman, 2025. Tutti i diritti riservati.

Distribuzione libera per scopi non commerciali. Contattare tetcollective.org.