

Epistemologia della Semeiotica Biofisica Quantistica. Entanglement, non-località e caos deterministico nei sistemi biologici degli esseri umani

[Epistemology of Quantum Biophysical Semeiotics. Entanglement, non-locality and deterministic chaos in human biological systems (English version – forthcoming)]

di Simone Caramel

Abstract

I fenomeni dell'entanglement e della non-località nella fisica dei quanti e del caos deterministico nel mondo classico rappresentano, dal punto di vista epistemologico e delle loro relazioni mutue e con la natura, una sfida affascinante.

Con il presente lavoro desideriamo investigare, verificare ed approfondire la presenza di questi comportamenti nei sistemi biologici. In particolare negli esseri umani, in vivo, vengono osservate, misurate ed interpretate le variazioni della complessità topologica delle forme, secondo René Thom, mediante il metodo clinico Semeiotico-Biofisico-Quantistico denominato riflesso-diagnostica percusso-ascoltatoria.

Queste variazioni - modificazioni volumetriche spazio-temporali delle forme - vengono misurate in concomitanza con appropriati stimoli energetici su ben definiti punti o trigger-points. Tali sollecitazioni agiscono sul locale livello dissipativo delle strutture esplicitando la complessità del sistema investigato ed il suo livello di entropia, di dimensione frattale, di energia libera endocellulare, di sintesi e produzione di ATP.

La dimensione frattale utilizzata in questa ricerca, che è una misura delle variazioni della complessità topologica delle forme, svela la presenza implicata di campi morfogenetici - ordine implicato, secondo Bohm nella sua interpretazione causale della meccanica quantistica, in una epistemologia secondo la quale da essa seguono naturalmente i fenomeni di non-località ed entanglement - chiamati anche campi vitali o d'informazione, nonché permette di discernere localmente tra situazioni fisiologiche, patologiche o pre-patologiche dei sistemi biologici investigati, per finalità predittive, di monitoraggio terapeutico e di prevenzione primaria e pre-primaria delle più gravi patologie degenerative di natura mitocondriale.

Abstract (English)

The phenomena of entanglement and non-locality in quantum physics and deterministic chaos in the classical world represent, from the epistemological point of view and their mutual relations and with nature, a fascinating challenge.

With this work we wish to investigate, verify and investigate the presence of these behaviors in biological systems. In particular, in humans, in vivo, changes in the topological complexity of forms are observed, measured and interpreted, according to René Thom, using the clinical Quantum-Biophysical-Semeiotic method called reflex-diagnostic percussion-auscultation.

These variations - space-time volumetric modifications of the forms - are measured in conjunction with appropriate energy stimuli on well-defined trigger-points. These stresses act on the local dissipative level of the structures, explaining the complexity of the investigated systems and its level of entropy, fractal dimension, endo-cellular free energy, ATP synthesis and production.

The fractal dimension used in this research, which is a measure of the variations in the topological complexity of the forms, reveals the implicated presence of morphogenetic fields – implicated order, according to Bohm's causal interpretation of quantum mechanics, in an epistemology according to which the phenomena of non-locality and entanglement naturally follows - also called vital or information fields, as well as allowing to discern locally between physiological, pathological or pre-pathological stages of the investigated biological systems, for predictive purposes, therapeutic monitoring and pre-primary and primary prevention of the most serious mitochondrial degenerative diseases.

Introduzione

Per cercare di comprendere dal punto di vista epistemologico senso e significato dei fenomeni, osservati sperimentalmente, di correlazione a distanza (o entanglement) e non-località, sia nella fisica dei quanti [1-3] che in alcuni esperimenti di biologia quantistica [4-9], può essere utile riscoprire il contributo del fisico David Bohm [10-14].

Probabilmente ispirato dai suoi studi sul plasma [v. *Appendice*], Bohm riscrisse e riformulò l'equazione di Schrödinger aggiungendovi un parametro fondamentale, il potenziale quantico, che trasforma - secondo la sua interpretazione causale - la meccanica quantistica da teoria probabilistica in teoria deterministica.

In tal modo, l'elettrone non si esplica casualmente, ma si muove sotto l'azione del potenziale quantico, che porta informazione dall'ambiente globale, attraverso connessioni non-locali, simultanee e sincroniche, tra i sistemi quantistici.

Grazie al potenziale quantico Bohm introduce per la prima volta in fisica il concetto di campo di informazione, in cui l'elettrone non è in balia del caso, ma è una quantità ben definita, seppure in continua trasformazione, e continuamente e costantemente informata sull'ambiente che la circonda.

Il potenziale quantico si configura come informazione potenzialmente attiva. Quando l'elettrone si muove lungo il suo percorso, sta rispondendo ad un pacchetto informativo, raggiungendo una specie di status. Quando questo status viene registrato nel mondo macroscopico, l'informazione si attiva e quella che era una potenzialità viene trasformata in attualità.

L'informazione all'interno del potenziale quantico determina perciò l'outcome del processo¹ quantico. L'informazione, che denota la complessità di un sistema [15], è essa stessa che lo guida. C'è un'informazione attiva, ovvero una forma con poca energia entra e dirige un'energia più grande. C'è una energia-forma che in-forma. Tale energia è in uno stato non formato, è potenzialmente attiva dappertutto, diventa attualità e si attiva quando la sua forma entra nell'energia classica.

Informazione e forme furono studiate in maniera approfondita, dal punto di vista topologico, da René Thom, uno dei precursori della moderna teoria del caos deterministico, mediante la sua teoria delle catastrofi [16].

Secondo il matematico francese il problema fondamentale della biologia è di natura topologica, poiché la topologia è la disciplina matematica che si occupa del passaggio dal

¹ Si consideri l'esempio di un'onda radio, la cui forma trasporta un segnale, ad esempio la voce di un disk-jockey. L'energia del suono che viene ascoltato dalla radio ricevente non viene da quest'onda, bensì dalle pile dell'apparecchio. L'energia sottile e nascosta è essenzialmente non - formata, ma assume la sua forma dall'informazione contenuta dentro l'onda radio. Questa informazione è potenzialmente attiva dappertutto ma diventa attiva ed attualità solo quando la sua forma entra dentro l'energia elettrica della radio. L'analogia con l'interpretazione causale è chiara. L'onda quantica trasporta informazione ed è perciò potenzialmente attiva dappertutto, ma diventa attiva ed attualità solo quando e dove questa energia entra dentro l'energia della particella. L'elettrone deve avere quindi una struttura complessa, seppure celata, che è perlomeno comparabile a quella di una radio. In questo modo, la meccanica classica newtoniana è un caso speciale della meccanica bohmiiana, la realtà locale è una singolarità della realtà non-locale, la realtà lineare è una singolarità della realtà non-lineare. I sentieri delle particelle fluttuano caoticamente tanto che possono essere previsti solo attraverso distribuzioni statistiche di probabilità. Bohm dà quindi un'interpretazione causale ma non strettamente determinata.

locale al globale². Spingendo questa tesi all'estremo, potremmo considerare tutti i fenomeni viventi come manifestazioni di un oggetto geometrico, il campo morfogenetico o campo vitale, simile al campo gravitazionale o elettromagnetico. Gli esseri viventi sarebbero quindi particelle o singolarità strutturalmente stabili di questo campo, ed i fenomeni, ad esempio, di simbiosi, parassitismo, sessualità, eccetera, sarebbero le interazioni e gli accoppiamenti (strutturali) tra queste particelle.

Thom si pone come obiettivo la descrizione geometrica di questo campo, la determinazione delle sue proprietà formali e delle sue leggi di evoluzione³, nonché la stabilità di ogni essere vivente, così come di ogni forma strutturalmente stabile.

In quest'approccio, molto simile a quello di David Bohm, si recupera il significato etimologico di informazione, ciò che dà forma, nel processo di esplicazione dall'ordine implicato (*campo d'informazione o campo morfo-genetico - genesi della forma*) all'ordine esplicito, visibile, delle forme. Tutta l'informazione è in primo luogo una forma e viceversa qualsiasi forma geometrica può essere un veicolo di informazione.

Nell'insieme delle forme geometriche che trasportano informazione dello stesso tipo è importante definire la misura della complessità topologica della forma, in particolare la misura qualitativa dell'informazione (*la sua misura quantitativa scalare non è infatti significativa*).

Una di queste misure è l'entropia⁴ perché essa è in relazione con la complessità topologica delle forme: tanto maggiore è la complessità topologica di una forma, tanto maggiore è la sua entropia. In questo sillogismo, la complessità può essere considerata come informazione⁵: sappiamo infatti dalla teoria del caos deterministico, che l'entropia è equiparata al tasso di informazione di un sistema, e quando questo valore è nullo, assente è anche la sua complessità.

Da diversi studi sulle dinamiche non-lineari nella fisiologia dei sistemi biologici [17-20] sappiamo anche che, contrariamente a questo ipotizzato intuitivamente da Thom, forme altamente complesse possono resistere a perturbazioni di una certa ampiezza molto meglio rispetto a forme meno complesse.

² Trarre informazioni locali partendo dal globale non è molto fruttuoso, data la complessità dei sistemi biologici.

³ La natura ultima di questo campo è invece da ritenersi una questione metafisica.

⁴ In relazione ai sistemi deterministici con dinamiche non-lineari ed alla complessità dei loro equilibri (ordini strutturati, complessità topologica delle forme) l'entropia è la misura o tasso di incertezza in tali sistemi o, in maniera equivalente, è l'ammontare di informazione che otteniamo, in media, facendo un'osservazione. In particolare, la presenza di entropia, indica che l'osservazione di un sistema continua a generare informazione per un intervallo di tempo arbitrariamente lungo. Di conseguenza, sebbene la posizione di un sistema possa essere osservata con assoluta precisione, rimarrà per sempre incertezza sul suo corso futuro, pure se è conosciuta con precisione la regola dinamica che governa il sistema. Una misura di entropia uguale a zero è interpretata come assenza di comportamento caotico, tipico dei sistemi lineari o periodici, caratterizzati rispettivamente da equilibri di punto fisso o di ciclo limite, così che sono pienamente ed esattamente prevedibili: nessuna nuova informazione di qualità emergerà per un intervallo di tempo arbitrariamente lungo.

⁵ Le piante assorbono attraverso il loro cloroplasto la più grande complessità della luce, ossia energia; mentre gli animali estraggono attraverso la retina le correlazioni delle forme, o l'informazione di cui hanno bisogno per ottenere il loro cibo e quindi la loro energia. La complessità sembra essere descrivibile direttamente in funzione delle singolarità.

Ci sono infatti dei parametri universali che favoriscono la stabilità strutturale delle forme, dei loro equilibri complessi chiamati attrattori strani, come ad esempio la proporzione aurea Φ ed il δ di Feigenbaum [21, 22], perciò il caos deterministico è benvenuto in fisiologia.

La presenza di caos deterministico nelle dinamiche non-lineari dei sistemi biologici è indice di comportamenti fisiologici. Ad esempio, nella microcircolazione esso favorisce la stabilità e l'adattabilità alle perturbazioni, l'efficienza ed efficacia distributiva, ad esempio, del flusso sanguigno, il miglioramento dell'ossigenazione tessutale, la flessibilità ed efficienza nel controllo degli errori, l'economia di grandi cambiamenti di stato con il minimo dispendio di energia [23-25].

In questo quadro, cerchiamo di comprendere i fenomeni di entanglement e caos deterministico, e la loro correlazione. Recentemente alcuni ricercatori hanno scoperto un legame tra questi aspetti della fisica classica e quantistica ritenuti non correlati. I loro risultati suggeriscono che sarebbe possibile utilizzare sistemi quantistici controllabili per studiare alcuni aspetti fondamentali della natura [26-29].

Da questi studi emerge che dove c'è un basso grado di entanglement c'è anche un basso livello di caos deterministico, mentre ad un alto grado di entanglement corrisponde un alto livello di caos deterministico, così che i due fenomeni sono fortemente correlati. Ciò che li collega in questa particolare ricerca è la termalizzazione⁶ ovvero forze trainanti dietro ad essa [30-31].

In altri lavori [32-35] si osserva che forme frattali emergono come manifestazioni macroscopiche di soggiacenti dinamiche quantistiche coerenti (morfogenesi) e la loro evoluzione (metamorfosi) va lungo particolari traiettorie, mentre cambiamenti nelle condizioni di frontiera possono indurre traiettorie divergenti (evoluzione dinamica non-lineare!). Le dinamiche dei componenti elementari si manifestano come un flusso di forme evolventi a livello fisico. La condensazione coerente dei quanti di onde di correlazione di lungo-periodo determinano forme specifiche, con strutture frattali auto-similari, la loro evoluzione e dimensione frattale, la struttura del vacuum. C'è un riarrangiamento dinamico della simmetria all'origine del processo di metamorfosi.

Nella stessa direzione, degni di nota sono altri studi nella fisica che riguardano i sistemi di condensazione della materia ed i corrispettivi fenomeni di correlazione quantistica, caos deterministico e della cosiddetta entropia dell'entanglement [36-38].

In sintesi, diversi esperimenti confermano l'impostazione epistemologica di Bohm e Thom: la morfogenesi è in un ordine implicato quantico ricco d'informazione. Quest'informazione ha caratteristiche qualitative analoghe a quelle osservate nelle dinamiche (caos deterministico) e strutture (frattali) complesse nel mondo classico ed è essa stessa che dà forma alle parti del mondo sensibile e visibile e ne dirige le metamorfosi.

⁶ Termalizzazione rappresenta in fisica molecolare l'atto e l'effetto del ridurre (termalizzare) l'energia cinetica di particelle a livelli confrontabili con l'energia di agitazione termica dell'ambiente (particelle termiche). In meccanica statistica, con il termine termalizzazione s'intende l'insieme dei fenomeni che intervengono nell'evoluzione dei fluidi (e in generale dei sistemi macroscopici) causandone il rilassamento verso uno stato di equilibrio termodinamico.

Segni di entanglement, non-località, caos deterministico e frattali ci sono sia nel mondo quantico che in quello classico e alla loro frontiera nei processi di genesi e mutamenti delle forme, e quest'ordine strutturato complesso si potrebbe cogliere fisiologicamente nel momento in cui sono indotti degli stimoli o mutamenti energetici (come quello della termalizzazione sopra accennato) anche nei sistemi biologici, sia dal punto di vista funzionale che strutturale. Di questo si occupa la Semeiotica Biofisica Quantistica nel suo approccio trans-disciplinare.

1. La Semeiotica Biofisica Quantistica

La Semeiotica Biofisica Quantistica (SBQ) osserva il comportamento dei sistemi biologici umani, in particolare dal punto di vista funzionale, e ne misura le dinamiche e le variazioni, in maniera oggettiva, precisa e ben definita.

Questi dati sono reali, osservazioni cliniche misurate razionalmente al letto del paziente; sono fatti, incontrovertibili, non oggetto qui di discussione, perché già trattati e discussi dal punto di vista fisiopatologico, diagnostico e di prevenzione pre-primaria e primaria, in numerosi articoli scientifici [39-43]. Questi dati reali raccolti con il metodo SBQ bed-side sono in perfetta sintonia e correlazione con i corrispettivi dati clinici ottenuti attraverso la diagnostica per immagini e di laboratorio.

La convenienza nel raccogliere dati clinici con la SBQ sta nella rapidità e nella economicità: in pochi secondi e a costo zero si possono collezionare clinicamente le medesime informazioni che si possono ottenere mediante la tradizionale diagnostica, che richiede però mediamente tempi più lunghi e certamente costi molto più elevati.

Inoltre la SBQ, fin dalla prima visita, permette di incanalare in una precisa direzione il percorso diagnostico clinico tradizionale orientandolo in maniera ottimale, evitando così esami superflui o di procedere per tentativi o per esclusione, con chiari benefici di economicità ed ottimizzazione di tempi e risorse. Essa non si sostituisce perciò, dal punto di vista clinico, alla diagnostica tradizionale che va sempre fatta, ma ne illumina il percorso, le scelte e gli orientamenti, favorendone l'efficacia, l'efficienza e l'ottimalità in termini di costi/tempi/benefici/risultati.

L'originale e fondamentale valore aggiunto della SBQ sta nella sua possibilità di raccogliere in primo luogo dati pre-clinici, in individui considerati clinicamente sani, che potrebbero però svelare la presenza, fin dalla nascita, di qualche predisposizione genetica (terreni o costituzioni) a ben definite patologie (in particolare degenerative di natura mitocondriale) e lo stato evolutivo del loro eventuale rischio congenito (Reali Rischi) in corso.

Il presente articolo desidera esplorare ulteriormente la SBQ dal punto di vista epistemologico, cercando di comprendere, dare un significato ed interpretare la natura di questi dati, come si ottengono, perché sussistono, che cosa li fa emergere, in un quadro transdisciplinare che coinvolge diverse discipline scientifiche quali ad esempio la genetica, la genomica, la fisica, la biologia, la chimica, la matematica applicata ai sistemi con dinamiche non lineari.

Il dato SBQ emerge come riflesso dopo una particolare manovra durante la quale si stimola con una mano (es. digito-pressione, pizzicotto cutaneo) un particolare punto (trigger-point) del corpo umano correlato con il parenchima del sistema biologico che si desidera investigare, e con l'altra mano si percuote (mediante l'antico metodo della percussione ascoltata di visceri ed organi) un'altra parte del corpo umano raccogliendone sensorialmente (mediante l'auscultazione) le eventuali modificazioni rispetto al loro comportamento basale (riflesso diagnostica percusso-ascoltatoria). Lo stimolo di un punto del nostro corpo provoca simultaneamente delle variazioni volumetriche in ogni altra parte (organo e viscere del corpo umano) e modificazioni funzionali significative in tutti i sistemi biologici umani e animali (ad esempio nella microcircolazione e nei microvasi) che si possono misurare, parametrizzare e a cui il medico può dare un preciso significato diagnostico [44-46].

La simultaneità e non-località dei fenomeni osservati, mediante la SBQ, in tutti i sistemi biologici, presenta forti analogie con i comportamenti di non-località ed entanglement propri non solo del micro-mondo sub-quantistico, ma osservati anche recentemente nel mondo classico, attraverso gli strumenti della biologia quantistica [54-57]. Sono stati rilevati fenomeni di entanglement e coerenza quantistica non solo tra fotoni, ma anche tra piccoli diamanti [47], nella fotosintesi clorofilliana delle alghe marine [7], nel batterio verde sulfureo [48], nelle mutazioni del DNA [49], nelle attività enzimatiche [50], nelle attività visive della retina (foto-transduzione) [51], nella teoria delle vibrazioni dell'olfatto [52], nella magneto-recezione [53].

Prendendo spunto dall'esperimento di Aspect [2], attraverso la SBQ cerchiamo di verificare se anche nei sistemi biologici c'è un effetto riconducibile all'entanglement quantistico. Nel mondo quantico l'informazione assume una dimensione "non-locale", infatti due elettroni staccati ed allontanati nello spazio (dis-entangled), si comportano in modo identico di fronte a qualsiasi misurazione o perturbazione apportata su uno soltanto di loro, come se fossero ancora a contatto. Essi mantengono la capacità di effettuare un'azione di comunicazione simultanea a distanza. La spiegazione semplice di questo apparentemente strano comportamento risiede nell'ipotizzare l'esistenza di una realtà "non-locale" accanto alla più nota realtà locale, in cui viviamo.

Consideriamo, ad esempio, l'esperimento di Lory [58], che è fondato sul fatto che "tutte" le componenti subatomiche, e quindi atomiche e molecolari strutturate a formare una cellula, e l'insieme cellulare o parenchima, sono correlate tra loro e con "tutte" le altre di identica derivazione embriologica.

Con l'ausilio del metodo diagnostico SBQ, la pressione digitale applicata sopra una parotide oppure una ghiandola salivare sottolinguale, di una sorella gemella "monovulare" (questo esperimento è stato eseguito la prima volta su due sorelle gemelle) provoca "simultaneamente" l'attivazione microcircolatoria tipo I, associato, del pancreas dell'altra sorella gemella, indipendentemente dalla distanza che le separa: metri o chilometri [59]. E' noto che una volta il pancreas era definito e conosciuto come la ghiandola salivare intestinale.

Consideriamo un altro esempio, sempre con l'ausilio del metodo diagnostico SBQ. La pressione digitale intensa sul precordio, come nel segno di Caotino [39, 46], provoca simultaneamente la variazione della complessità topologica della forma dello stomaco, se il medico si pone in ascolto, mediante percussione ascoltata, su un tratto della grande

curva gastrica di un soggetto cardiopatico o con Reale Rischio Congenito di Cardiopatia Ischemica.

Se il medico si ponesse in ascolto su qualsiasi altro organo o viscere (ad. esempio sulla milza, sui polmoni, sul fegato, sul coledoco, sul cieco, sui reni, sui surreni), analogamente egli registrerebbe simultaneamente alla pressione sul precordio, nel medesimo soggetto, la variazione della complessità topologica della forma (organo o viscere auscultato): questo perché tutti i sistemi biologici reagiscono simultaneamente allo stimolo iniziale.

Ciò significa che c'è una correlazione temporale (sincronica) e spaziale (ubiquitaria) relativa al fenomeno di entanglement, analoga a quanto possiamo vedere nel movimento di un iceberg sull'oceano: diverse sue parti emergono in superficie, sembrano muoversi, comunicando misteriosamente una con l'altra, in maniera simultanea, seppure separate una dall'altra (ordine esplicito); in realtà c'è un corpo unitario sommerso dell'iceberg (ordine implicito) che guida ciò che appare muoversi separatamente, ma in modo correlato, in superficie (vedi Figura 1).



Figura 1. Analogamente ad un iceberg mosso dal moto ondoso dell'oceano in cui c'è una parte dinamica sommersa unita, implicata, invisibile ed indifferenziata e più di una parte emersa, esplicita, visibile e separata, la variazione della complessità topologica si manifesta simultaneamente ed in modo ubiquitario in tutte le forme sensibili (es. stomaco, fegato) dell'ordine esplicito, comportamento analogo ai fenomeni di entanglement e non-località quantistici, in seguito a uno stimolo energetico (es. sul precordio) che agisce sul campo d'informazione o morfogenetico (ordine implicito) favorendo la metamorfosi: l'informazione da potenziale diventa attualità, informazione attiva, che dà forma (nuova).

Dal punto di vista biologico c'è un'unità sottesa (es. unità micro-vascolo-tessutale) che governa i comportamenti dei sistemi osservati. Il passo successivo è quello di misurare la variazione della complessità topologica di tali forme e darne un significato (es. fisiopatologico, diagnostico, ecc.).

2. Entanglement e caos deterministico negli esseri umani: le evidenze cliniche e sperimentali della Semeiotica Biofisica Quantistica

I campi morfogenetici [16] intimamente correlati ai campi d'informazione [11, 13] sembrano essere soggiacenti [32, 33] alla morfogenesi e metamorfosi (variazione) delle forme; un'unità sottesa indifferenziata sovrintende alla genesi e variazione delle forme (variazione della complessità topologica delle forme), differenziate e separate, del mondo classico, sensibile, visibile, esplicito. Talune forme – sia quantiche che classiche - talvolta si comportano in maniera particolarmente correlata, come se comunicassero simultaneamente, benché lontane una dall'altra (entanglement), ma in realtà emergono da una fonte-unità comune, così che la separatezza è in realtà solo apparente.

Guardiamo ad esempio la crescita di un albero nell'arco temporale della stagione primaverile e supponiamo di non poter vedere ed ignorare che esso abbia radici e tronco. Se potessimo dunque vedere solo la metamorfosi dei rami e delle gemme, poi foglie, poi fiori, diremmo che tutte queste variazioni della complessità topologica delle forme, apparentemente separate una dall'altra, sono correlate (entangled), comunicando misteriosamente a distanza e crescendo simultaneamente in armonia e bellezza, non potendo vedere, per l'ipotesi fatta, l'unità che le sottende e le governa. Parallelamente poi le ramificazioni della pianta seguono delle dinamiche intimamente correlate con il raddoppiamento di periodo, una delle più frequenti transizioni al caos deterministico, governato in tal caso da costanti universali fondamentali come il δ di Feigenbaum ed il rapporto aureo sopra menzionati.

La presenza dell'entanglement e del caos deterministico nei sistemi biologici [7-9, 36-38, 49-57] è interessante, ma non sufficiente per comprendere la loro correlazione ed i significati fisiopatologici, in particolare nella medicina.

E' risaputo che i sistemi biologici sono generalmente di natura dissipativa⁷, e molteplici lavori evidenziano la presenza in essi di dinamiche fisiologiche di tipo caotico-deterministico, ma talvolta essi possono avere delle caratteristiche conservative. E' bene perciò ricordare che gli stimoli energetici su particolari punti dei sistemi biologici, tali da indurre la variazione topologica delle forme, devono essere dosati in un range ben definito (espresso in dyne/cm²) inducendo sì un aumento del livello di energia libera endocellulare e di ATP, ma mantenendo il carattere dissipativo del sistema eccitato, termodinamicamente aperto, condizione necessaria affinché si possano osservare delle dinamiche non-lineari complesse, in particolare nella microcircolazione e nei microvasi, che sono in intima relazione con il relativo parenchima e le locali attività mitocondriali [23-35, 60-73].

La Semeiotica Biofisica Quantistica evidenzia in fisiologia la co-presenza di entanglement, - recentemente scoperto anche nei geni mitocondriali e nucleari, nei mitocondri [74], nel reticolo endoplasmatico [75], e nella rete dei capillari nutrizionali -, e caos deterministico nei sistemi biologici, corroborando altre ricerche [27]: ad una locale

⁷ Sistemi aperti che lavorano in uno stato lontano dall'equilibrio termodinamico scambiando, con i sistemi in relazione e con l'ambiente, energia, materia ed informazione, le cui caratteristiche sono la formazione spontanea, emergente, auto-organizzantesi di strutture ordinate, complesse e/o caotiche, come ad esempio nelle celle di Bénard, nei cicloni, nei laser, negli ecosistemi, nelle forme di vita.

diminuzione dell'entanglement corrisponde una minore complessità, viceversa un maggiore entanglement è correlato ad aumento del caos deterministico.

Scopo di questo lavoro è di spiegare come questi fenomeni si compenetrano l'un l'altro. In particolare le basi epistemologiche della SBQ evidenziano il ruolo fondamentale dell'informazione (incertezza, entropia, ciò che dà forma) in fisiologia, nell'efficienza, stabilità ed equilibrio dinamico dei sistemi biologici, che è testimoniata e corroborata dalla parallela presenza in fisiologia di costanti universali come il δ di Feigenbaum ed il rapporto aureo Φ sopra citate.

Questa informazione, sinonimo di complessità, agisce simultaneamente e non-localmente, sfruttando l'entanglement per essere ed agire sincronicamente ed in modo ubiquitario, gerarchicamente, ad ogni livello, a partire dal genoma (es. mitocondriale) [82, 83].

La Semeiotica Biofisica Quantistica è finalizzata alla raccolta di segni. I segni raccolti sono la manifestazione di riflessi, manifestazione reale, oggettiva, fattuale, in seguito ad una particolare diagnostica dinamica costruita sull'antico metodo della percussione ascoltata di organi e visceri.

Di che tipo di riflessi si tratta? Si tratta di movimenti [44, 46] di organi o visceri indotti dalla pressione su particolari punti, trigger-points, di riferimento correlati con i sistemi biologici che si desiderano indagare. Questi riflessi, che testimoniano un movimento di un organo o viscere, una variazione di queste forme, sono la esplicitazione di un segnale [76], o meglio di un campo [77], che simultaneamente in-forma, dà forma, dà nuova forma all'organo, al viscere percosso, e allo stesso tempo così svela l'in-formazione che esso contiene, propria, relativa al parenchima, al tessuto che stiamo stimolando ed indagando.

Ad esempio, la pressione su un qualsiasi punto del precordio⁸ incrementa l'acidosi tessutale che peggiora fino a raggiungere dopo un tempo (tempo di latenza del riflesso) una certa soglia; il raggiungimento della soglia attiva un segnale⁹ [76] già presente potenzialmente in tutto il corpo¹⁰ e che il medico percepisce con lo stetoscopio: c'è una modificazione del timbro e dell'intensità del suono ascoltato¹¹.

C'è un'informazione celata, nascosta, potenzialmente attiva ovunque, ma ancora implicata, che grazie allo stimolo pressorio si svela, diviene visibile, alla luce del sole, attualità, informazione attiva, esplicitata.

⁸ Proiezione cutanea del muscolo cardiaco.

⁹ Anziché attivazione del segnale dovremmo dire, secondo l'impostazione di Bohm e Thom, che si attiva l'informazione del campo d'informazione o morfogenetico.

¹⁰ L'usuale modo di pensare potrebbe farci credere che questo segnale si diffonda in modo ubiquitario e simultaneamente in tutti i sistemi biologici secondo la realtà locale comunemente intesa, in tutto il corpo, ma non è così, perché c'è entanglement, c'è non-località, il segnale non viaggia nello spazio-tempo, ma è già ovunque seppure non ancora attivato, non ancora attualità, e in seguito allo stimolo si commuta, da potenziale diventa attivo, informazione attiva che agisce sulla forma, inducendo appunto una variazione nella complessità topologica delle forme, una metamorfosi di tutte le forme, ed in particolare di quella che stiamo osservando e misurando – es. lo stomaco.

¹¹ In caso di stimolo intenso – 1000 dyne/cm² – sul precordio se il raggiungimento della soglia di acidosi tessutale è simultaneo, lo è anche la comparsa del riflesso ascoltatorio gastrico aspecifico, segno di Caotino o di Reale Rischio Congenito di Cardiopatia Ischemica.

Questa informazione è quali-quantitativa. Essa è in-formazione, ciò che dà forma all'attrattore strano e caotico¹², equilibrio di un sistema dinamico non-lineare fisiologico, e allo stesso tempo "dà forma" al microcircolo e al relativo parenchima, e "prende forma" dal relativo genoma mitocondriale, variegato, differenziato da parte a parte, da tessuto a tessuto di uno stesso organismo, a causa del fenomeno dell'eteroplasma¹³ mitocondriale.

Quest'in-formazione attivata, fisiologicamente è sinonimo della presenza di caos deterministico e di strutture frattali (funzione e struttura sono due poli della stessa equazione), e proviene da un campo d'informazione biologico [77] celato, nascosto, che è esso stesso naturalmente, fisiologicamente pulsante con caratteristiche frattali.

Tale informazione in fisiologia è sinonimo di entropia non nulla (positiva, in valore assoluto), misura del caos deterministico, di incertezza ed imprevedibilità, che sono le caratteristiche qualitative del caos deterministico, unitamente alla dipendenza sensibile alle condizioni iniziali, il tutto però in un quadro di un ordine strutturato superiore, complesso, le cui proprietà sono virtuose: unità, densità, compattezza, flessibilità, apprendimento, ottimalità, economicità, efficienza, minimo dispendio energetico, ottimale occupazione degli spazi e distribuzione energetica (es. di sangue ed ossigeno).

La co-presenza di non-località ed entanglement, altre straordinarie proprietà dei sistemi biologici, così come investigati dal dottor Stagnaro, è ciò che permette un'efficiente comunicazione, distribuzione e connessione dell'in-formazione nei sistemi biologici e tra i sistemi biologici. E' il substrato quantistico, implicato, che permette la realtà locale, esplicita, visibile, classica per così dire, dei sistemi dissipativi con dinamiche fisiologicamente caotiche e struttura frattale. David Bohm, nella sua interpretazione causale alla meccanica quantistica, metteva proprio in evidenza come il Potenziale Quantico, energia debole ma ricca di in-formazione, proprio dell'ordine implicato, guidi i processi visibili, altamente complessi (l'informazione da potenzialmente attiva, diventa attualità), e questo processo di entanglement-disentanglement, di passaggio da ordine implicato ad esplicito, e viceversa, accade miliardi di volte al secondo.

L'entanglement c'è sempre: sia in fisiologia che in situazioni non fisiologiche (seppure in grado minore). Ciò che permette di discernere in maniera evidente tra sistema biologico fisiologico e non è la presenza o meno del caos deterministico, ossia di un sufficiente grado di informazione qualitativamente significativa. Se c'è in-formazione, essa dà forma, in-forma, rinnova fisiologicamente il processo creativo biologico. Se non c'è in-formazione, ovvero se l'entropia è pari a zero, il sistema biologico si è allontanato dal range parametrico fisiologico; non c'è più l'attrattore caotico, esso declina ad ordini meno complessi, più semplici, come gli equilibri quasi-periodici, periodici o addirittura di punto fisso (patologie croniche).

¹² Attrattori strani o caotici sono soluzione od equilibrio di un sistema dinamico non-lineare che non è né un punto fisso, né un'orbita periodica o quasi periodica. L'attrattore strano, in particolare, è legato alle caratteristiche geometriche frattali dell'equilibrio con dinamiche complesse.

¹³ L'eteroplasma è la presenza di più di un tipo di genoma organellare (DNA mitocondriale) all'interno di una cellula o individuo. È un fattore importante per considerare la gravità delle malattie mitocondriali. Poiché la maggior parte delle cellule eucariotiche contengono molte centinaia di mitocondri con centinaia di copie del DNA mitocondriale, è comune per le mutazioni interessare solo alcuni mitocondri, lasciando la maggior parte inalterata.

Misure del caos deterministico sono ad esempio l'entropia (tasso di incertezza o informazione), la dimensione frattale, gli LCE (Esponenti Caratteristici di Lyapunov), le mappe simboliche, l'analisi del network, eccetera.

L'entropia, in teoria del caos, si può definire come il tasso di informazione (o di incertezza) di un "sistema" nel tempo. Un sistema caotico ha, in valore assoluto, entropia positiva: ciò significa che ci dà continuamente sempre nuove informazioni. Nell'apparente disordine c'è un ordine nascosto e complesso, che continuamente si rinnova. Entropia uguale a zero significa tasso di informazione nullo.

La dimensione frattale si riferisce alle caratteristiche strutturali dell'equilibrio dinamico, ma è intimamente correlata all'entropia perciò è a tutti gli effetti un indice della presenza o meno di caos deterministico in un sistema con dinamiche non lineari.

Mediante il metodo clinico SBQ, è possibile osservare e misurare localmente funzione e struttura del microcircolo e della microcircolazione, intimamente correlate con il relativo parenchima e genoma, in particolare mitocondriale, e misurare con il calcolo della dimensione frattale la variazione della complessità topologica delle forme correlate al trigger-point di riferimento.

Ad ogni valore della dimensione frattale corrisponde uno specifico tipo di equilibrio dinamico non-lineare (punto fisso, ciclo limite, attrattore strano). Una fisiologica variazione della complessità topologica delle forme è contrassegnata da una dimensione frattale pari a 3.81, rappresentativa di un equilibrio di tipo attrattore strano.

La tendenza ad equilibri di complessità inferiore (es. ciclo limite) indica invece la predisposizione (costituzioni SBQ) a patologie di natura mitocondriale nei loro gradi evolutivi (Reali Rischi Congeniti SBQ) pre-clinici (es. diabete mellito tipo 2, cardiopatie, ogni forma di cancro solido e liquido, patologie neurodegenerative come Alzheimer, SLA, Parkinson, eccetera) o addirittura patologie già in corso (es. tendenza al punto fisso), benché silenti ed asintomatiche (Tabella 1).

FRactal Dimension (fD)	EQUILIBRIA	STATE OF HEALTH
$fD = 1.0$	Fix point	Chronicity. Chronic and acute pathology
$1.0 < fD < 1.9$	Limit cycle tending to fix point	Patology. Tendency to chronicity. Variable severity of disease evolution
$1.9 < fD < 3.0$	Limit cycle	Initial implementation, tendency to disease. Potential pathology (i.e. CAD IRR)
$3.0 < fD < 3.81$	Limit cycle tending to strange attractor	Tendency to physiologic condition (potential phase)
$fD \geq 3.81$	Strange (chaotic) attractor	Physiologic condition. Healthy state.

Tabella 1.

Infatti, in generale, nei sistemi biologici, una certa variabilità intrinseca (dinamiche caotiche) è segno di una normale funzione fisiologica, mentre la perdita di tale variabilità (comportamento più regolare) è segno di salute compromessa, di patologia [70].

In particolare, nella microangiologia, la vasomozione mostra fisiologicamente dinamiche di tipo caotico deterministico [23-25, 66-73]. Ci sono invece diversi esempi di tale perdita di dinamiche caotiche in funzioni fisiologiche compromesse – in fisiologia - particolarmente in sistemi cardiovascolari e neuronali.

Questo emerge da diversi studi sulle dinamiche oscillatory, ad esempio degli HRV [69-71] e dell'EEG [78. 79], che convergono su alcuni aspetti fondamentali: importante e basilare informazione clinica è codificata in oscillazioni spazio-temporali; il grado di complessità riflette la capacità del sistema di rispondere ed adattarsi a perturbazioni; La complessità diminuisce con la patologia.

Diversi studi sulla microcircolazione [23-25, 66-72] mostrano che la vasomozione è un processo caotico che può conferire un alto grado di flessibilità alla regolazione dinamica della perfusione microcircolatoria piuttosto che rappresentare un epifenomeno che ci si aspetta in un sistema non-lineare. La complessità della vasomozione caotica non è sensibile a flusso e pressione, ma potrebbe essere regolata da un controllo esterno - effettivamente poi individuato nel GH-RH da Stagnaro [80].

Le risposte caotiche possono essere stabilizzate a comportamenti periodici o di punto fisso usando tecniche semplici basate su feedback pressori. Interessante osservare che nella Microangiologia Clinica [45] la pressione lieve permette di vedere oscillazioni caotiche; se aumenta pressione a moderata-media c'è invece periodicità/sinusoidalità.

Il caos deterministico nei capillari migliora il blood-flow [23]. La Vasomozione caotica dissipa le perturbazioni più rapidamente che quella periodica, perciò dando una grande stabilità alla perfusione microcircolatoria.

Riguardo al ruolo della vasomozione nella ossigenazione tissutale ci sono evidenze che Il flusso oscillatorio nel letto capillare (causato da vasomotility) assicura migliore ossigenazione tissutale rispetto a un flusso regolare (steady-state). Ad esempio, la natura caotica della vasomozione nel muscolo scheletrico migliora l'efficienza dell'ossigenazione tissutale comparandola a forme periodiche di vasomozione [25].

Analizzando le evidenze cliniche e sperimentali ed i dati clinici raccolti al letto del paziente con la Semeiotica Biofisica Quantistica mediante Microangiologia Clinica possiamo analogamente concludere che Il segnale SBQ (rappresentativo del campo morfogenetico), ubiquitario e simultaneo, contiene informazione. L'informazione (che proviene dall'ordine implicato) è ciò che dà forma a un ordine strutturato classico. Nella natura in genere, ed in particolare nei sistemi biologici, l'ordine (esplicito) è fisiologicamente complesso, caotico, frattale. La complessità diminuisce se tali sistemi tendono verso la patologia. In particolare i microvasi oscillano, a riposo, fisiologicamente in modo caotico deterministico ed hanno struttura frattale.

I parametri SBQ, che identificano la metamorfosi spazio-temporale delle forme (es. dello stomaco) osservate sensorialmente (mediante la percussione ascoltata e la riflesso-diagnostica percusso-ascoltatoria) riflettono il contenuto informativo (entropia) del relativo segnale, dell'informazione nascosta, codificata.

L'informazione nel segnale SBQ è fisiologicamente complessa, frattale. Il tasso di informazione del segnale diminuisce e tende a zero andando verso la patologia (es. il segnale SBQ tende ad essere quasi periodico, periodico e via via verso il punto fisso).

In definitiva, il metodo SBQ consente di misurare la variazione (metamorfosi) della complessità topologica delle forme (secondo l'impostazione teorica di David Bohm e René Thom), ossia permette di decodificare l'informazione contenuta nel segnale, o meglio nel campo d'informazione biologico o morfogenetico, così da favorire una diagnosi pre-clinica e clinica, rapida e a costo zero, favorendo una incisiva prevenzione pre-primaria e primaria su soggetti finemente selezionati (Single Patient Based Medicine) [81].

3. Conclusioni

Numerosi lavori scientifici mostrano che i fenomeni dell'entanglement e del caos deterministico sono co-presenti sia nella fisica dei quanti che nel mondo classico.

Se desideriamo esplorare dal punto di vista epistemologico questi comportamenti sono interessanti il contributo di David Bohm – per la fisica dei quanti – e di René Thom – per il mondo classico, che insieme configurano un quadro armonico nel quale c'è una realtà nascosta, soggiacente, implicata, chiamata campo d'informazione, secondo il fisico americano, o campo morfogenetico, secondo il matematico francese, che sovrintende e governa la genesi delle forme (morfogenetica), il loro ordine topologico strutturato e complesso, la loro evoluzione e variazione nel tempo (metamorfosi).

In questa chiave epistemologica, la Semeiotica Biofisica Quantistica, per la prima volta consente di esplorare e misurare la morfogenetica e variazione della complessità topologica delle forme (metamorfosi) oscillanti nei sistemi biologici del corpo umano, sia in fisiologia, che negli stadi pre-patologici o patologici, dandone soprattutto un significato fisiopatologico, patogenetico e diagnostico pre-clinico e clinico, che ha implicazioni straordinarie per la prevenzione pre-primaria e primaria delle più gravi patologie, in particolari quelle degenerative di natura mitocondriale.

Misure delle variazioni della complessità topologica delle forme – che riflette le oscillazioni funzionali dei sistemi biologici non-lineari con dinamiche non-lineari di tipo caotico deterministico -, sono quell'entropia, o misure analoghe come la dimensione frattale adottata dalla SBQ, che recuperano il significato etimologico qualitativo di informazione, ciò che dà forma.

Le evidenze cliniche e sperimentali ottenute mediante la SBQ confermano la co-presenza in vivo, negli esseri umani, di entanglement e caos deterministico in fisiologia, mentre quando diminuisce il correlato grado di entanglement e caos deterministico, parallelamente si osservano stadi non fisiologici (costituzioni, reali rischi di patologia, patologie conclamate nelle loro varie fasi evolutive).

NB. Il dottor Sergio Stagnaro ha seguito, accompagnato ed infine approvato tutti i contenuti scientifici del presente articolo.

Bibliografia

- [1] Schrödinger E. "Discussion of probability relations between separated systems". *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*. **31** (4): 555–563, 1935.
- [2] Aspect A, Grangier P, Roger G. Experimental tests of realistic local theories via Bell's theorem. In *Physical Review Letters*, 47:460, 1981.
- [3] B. C. Hiesmayr BC, De Dood MJA, Löffler W. Observation of Four-Photon Orbital Angular Momentum Entanglement *Phys. Rev. Lett.* **116**, 073601, 2016.
- [4] Van Amerongen, H., Valkunas, L. & van Grondelle, R., *Photosynthetic excitons*, Singapore, World Scientific, 2000.
- [5] Davies PCW. *Quantum Aspects of Life*, London, Imperial College Press, 2008.
- [6] Jang S, Cheng YC, Rechman DR, Eaves JD. Theory of coherent resonance energy transfer. *J Chem Phys* **129**, 101104, 2008.
- [7] Collini et al. Coherently wired light-harvesting in photosynthetic marine algae at ambient temperature, *Nature* **463**, 644-647, 2010.
- [8] Scholes GD, Fleming GR, Olaya-Castro A, Van Grondelle R. Lessons from nature about solar light harvesting. *Nature Chem* **3**, 763-774, 2011.
- [8] Miller WH. Perspective: Quantum or classical coherence? *J Chem Phys* **136**, 210901, 2012.
- [9] Marletto C, Coles DM, Farrow T, Vedral V. Entanglement between living bacteria and quantized light witnessed by Rabi splitting, *Journal of Physics Communications*, 2018.
- [10] Bohm D. *Causality and chance in modern physics*. UPA press, 1961.
- [11] Bohm D. *Wholeness and the Implicate Order*. Ed Routledge, 1980.
- [12] Bohm D. *Quantum Theory*. Ed Dover Publications New York, 1989.
- [13] Bohm D, Peat D. *Science, order and creativity*. Ed Routledge, 1989.
- [14] Bohm D. A new theory of the relationship of mind and matter. *Philosophical Psychology* 1990; **3** (2): 271-286.
- [15] Schittenkopf C, Deco G. Identification of deterministic chaos by an information-theoretic measure of the sensitive dependence on the initial conditions. *Physica D, Nonlinear Phenomena*, **110**, 3-4. Pages 173-181, Elsevier, 1997.
- [16] Thom R. *Structural Stability and Morphogenesis. An outline of a General Theory of Models*. ABO Reading Massachusetts, First English Edition, B W.A. Benjamin, Inc., 1975.
- [17] Goldberger AL, Rigney DR, West BJ. Caos e frattali in fisiologia umana. *Le scienze*, n. 260, apr. 1990
- [18] Signorini MG, Cerutti S, Guzzetti S, et al. Non linear dynamics of Cardiovascular Variability Signals. *Methods Infor. Med*, 1994, **33**: 81-84
- [19] Korsakova et al. Diagnosis of different stages of epileptogenesis by fractal EEG analysis. *Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova* 2011; **111**(5): 37-41.
- [20] Sabeti M, Katebi S, Boostani R. Entropy and complexity measures for EEG signal classification of schizophrenic and control participants. *Artif Intell Med*. 2009 Nov;**47**(3):263-74.
- [21] Linage et al. Fibonacci order in the period-doubling cascade to chaos. *Physics Letters A* **359**(6):638-639, 2006.
- [22] Caramel S. Basi epistemologiche della Semeiotica Biofisica Quantistica. La matematica della natura. VII convegno SISBQ, Assisi, maggio 2019. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=LojXTY6M8iM>
https://www.researchgate.net/publication/340364021_Epistemology_of_Quantum_Biophysical_Semeiotics_the_mathematics_of_nature
- [23] Griffith TM. Temporal Chaos in Microcirculation. *Cardiovascular Research*. Mar; **31**(3): 342-58, 1996.
- [24] Griffith TM, Parthimos D, Edwards DH. Vasomotion: the case of chaos. *J Biorheol* **23**: 11-23, 2009.
- [25] Pradhan RK, Chakravarthy VS. Informational Dynamics of Vasomotion in Microvascular Networks: A Review. 2011, *Acta Physiology*. Feb; **201**(2): 193-218, 2011.
- [26] Science daily. Physicists blur the line between classical and quantum physics by connecting chaos and entanglement. Available at: <https://www.sciencedaily.com/releases/2016/07/160712130113.htm>
- [27] C. Neill, P. Roushan, M. Fang, Y. Chen, M. Kolodrubetz, Z. Chen, A. Megrant, R. Barends, B. Campbell, B. Chiaro, A. Dunsworth, E. Jeffrey, J. Kelly, J. Mutus, P. J. J. O'Malley, C. Quintana, D. Sank, A. Vainsencher, J. Wenner, T. C. White, A. Polkovnikov, J. M. Martinis. Ergodic dynamics and thermalization in an isolated quantum system. *Nature Physics*, 2016; DOI: [10.1038/nphys3830](https://doi.org/10.1038/nphys3830).
- [28] Nature.com News. The butterfly effect gets entangled, 2009. Available at: <https://www.nature.com/news/2009/091007/full/news.2009.980.html>
- [29] Chaudhury S, Smith A, Anderson BE, Ghose S, Jessen PS. Quantum signature of chaos in a kicked top. *Nature* **461**, 768-771, 2009.

- [30] Fischler W, Jahnke V, Pedraza JF. Chaos and entanglement spreading in a non-commutative gauge theory. High Energy Physics theory, 2018.
- [31] Short K, Morena MA. Signatures of Quantum Mechanics in Chaotic Systems. *Entropy*, 21(6): 618, 2019.
- [32] Vitiello G. On the Isomorphism between Dissipative Systems, Fractal Self-Similarity and Electrodynamics. Toward an Integrated Vision of Nature. *Systems* 2014, 2, 203-216; doi:10.3390/systems2020203
- [33] Vitiello G. -Symmetries and Metamorphoses - G. Vitiello. *Symmetry* 2020, 12(6),907; <https://doi.org/10.3390/sym12060907>
- [34] Re T, Vitiello G. Non-linear Dynamics and Chaotic Trajectories in Brain-Mind Visual Experiences during Dreams, Meditation, and Non-Ordinary Brain Activity States. *OBM Neurobiology* 2020, Vol. 4(2). doi:10.21926/obm.neurobiol.2002061 <http://www.lidsen.com/journals/neurobiology/neurobiology-04-02-061>
- [35] Sabbadini SA, Vitiello G. Entanglement and Phase-Mediated Correlations in Quantum Field Theory. Application to Brain-Mind States. *Appl. Sci.* 2019, 9(15), 3203; <https://doi.org/10.3390/app9153203>
- [36] Kaufman AM et al. Quantum thermalization through entanglement in an isolated many-body system. 2016. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1603.04409.pdf>
- [37] Bianchi E, Hackl L, Yokomizo N. Linear growth of the entanglement entropy and the Kolmogorov-Sinai rate. SISSA by Springer, 2018. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/JHEP03%282018%29025.pdf>
- [38] Hallam A , J.G. Morley JG, Green AG. The Lyapunov spectra of quantum thermalisation *Nature Communication*. Available at: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-10336-4.pdf?origin=ppub>
- [39] Stagnaro S, Caramel S. The Inherited Real Risk of Coronary Artery Disease, *Nature PG, EJCN*, 2013. Doi: 10.1038/ejcn.2013.37.
- [40] Stagnaro S, Caramel S. The Key Role of Vasa Vasorum Inherited Remodeling in QBS Microcirculatory Theory of Atherosclerosis. *Front Genet* 2013; 4:55, 2013. doi: 10.3389/fgene.2013.00055.
- [41] Stagnaro S, Caramel S. BRCA-1 and BRCA-2 mutation bedside detection and breast cancer clinical primary prevention. *Front Genet* 2013; 4:39. Doi: 10.3389/fgene.2013.00039.
- [42] Marchionni M, Caramel S, Stagnaro S. Inherited Real Risk of Alzheimer's disease: bedside diagnosis and primary prevention. *Front Aging Neurosci.* 2013; 5:13. Doi: 10.3389/fnagi.2013.00013.
- [43] Stagnaro S, Caramel S. Inherited Real Risk of Type 2 Diabetes Mellitus: bedside diagnosis, pathophysiology and primary prevention. *Front Endocrinol.* 2013; 4:17. Doi: 10.3389/fendo.2013.00017.
- [44] Stagnaro S, Stagnaro Neri M. *Introduzione alla Semeiotica Biofisica. Il Terreno Oncologico*. Ed. Travel Factory, Roma, 2004.
- [45] Stagnaro S, Stagnaro Neri M. *Microangiologia Clinica*. A cura di Simone Caramel. SISBQ; 2016. Available at: <http://www.sisbq.org/uploads/5/6/8/7/5687930/microangiologiaclinciasbq2016.pdf>
- [46] Caramel S. Percussione Ascoltata dello Stomaco secondo Sergio Stagnaro. Manuale tecnico- pratico. Disponibile al link: http://www.sisbq.org/uploads/5/6/8/7/5687930/cardiograp_manuale_it.pdf
- [47] Lee KC et al. Entangling Macroscopic Diamonds at Room Temperature. *Science* 02 Dec 2011: Vol. 334, Issue 6060, pp. 1253-1256 DOI: 10.1126/science.1211914
- [48] Marletto C et al. Entanglement between living bacteria and quantized light witnessed by Rabi splitting. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1702.08075.pdf>
- [49] Kurian P, Dunston G, Lindesay J. How quantum entanglement in DNA synchronizes double-strand breakage by type II restriction endonucleases *J Theor Biol.* 2016 Feb 21; 391: 102-112. Doi: 10.1016/j.jtbi.2015.11.018
- [50] Brookes JC. Quantum effects in biology: golden rule in enzymes, olfaction, photosynthesis and magnetodetection. *Proc Math Phys Eng Sci.* 2017 May; 473(2201): 20160822. Doi: 10.1098/rspa.2016.0822
- [51] Ikgan P et al. Quantum Biology of the retina. 2014. Wiley Online Library. <https://doi.org/10.1111/ceo.12373>
- [52] Huelga SF, Plenio MB. Vibrations, Quanta and Biology. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1307.3530.pdf>
- [53] Cai J et al. Quantum control and entanglement in a chemical compass. Available at: <https://arxiv.org/pdf/0906.2383.pdf>
- [54] Lambert et al. Quantum Biology. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Franco_Nori/publication/233923372_Quantum_biology/links/0deec53c9030171813000000/Quantum-biology.pdf
- [55] Cai J et al. Quantum Biology revisited. *Science Advances* 03 Apr 2020: Vol. 6, no. 14, eaaz4888 DOI: 10.1126/sciadv.aaz4888. Available at: <https://advances.sciencemag.org/content/6/14/eaaz4888.full>
- [56] Peter Bokes - Július Krempaský J. Chaos In Photosynthesis Stochastic Or Deterministic? *Journal of Electrical Engineering*, Vol 48, 11-12 (1997) 312-315.
- [57] Schlegel KG, Forster S. Deterministic chaos in entangled eigenstates. *Physics Letter A.* 372:20. 2008, pg. 3620-3631. <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2008.02.044>

- [58] Stagnaro S. L'esperimento di Lory. Mednat, 2007. Available at: https://mednat.news/semiologica_bio_fisica_nuovi_orizzonti.pdf
- [59] Stagnaro S. La Semeiotica Biofisica Quantistica e la Diagnostica Psicocinetica. SISBQ, 2010. Available at: http://www.sisbq.org/uploads/5/6/8/7/5687930/dp_libro.pdf
- [60] Krogh A. A contribution to the physiology of the capillaries. Nobel Lecture, 11 dic 1920. Available at: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1920/krogh/lecture/>
- [61] Curri S.B., Le Microangiopatie, Ed. Inverni della Beffa, II Ed., Milano, 1986.
- [62] Allegra C., Piovella C. Storia e concetto evolutivo della microcircolazione, 1-3, 1-5,1993.
- [63] Pratesi F. Microcircolazione e Microangiologia. Fisiopatologia, Clinica e Terapia. Ediz. Minerva Medica, Torino,1990.
- [64] Bucciante L. Anastomosi arterovenose e dispositivi regolatori del flusso sanguigno. Mon.zool.it.,suppl. 57, 3-10,1949.
- [65] Schmidt-Schonbein H. Physiology and Pathophysiology of the Microcirculation and Consequences of it treatment by drugs. In: Microcirculation and Ischemic Vascular Diseases. Advances in Diagnosis and Therapy. Proceedings of Congress. Abbt Ed. K. Messmer ed. Munich, 29, 1980.
- [66] Griffith TM, Edwards DH. Ca²⁺ Sequestration as a determinant of chaos and mixed-mode dynamics in agonist-induced vasomotion. Am J Physiology. Apr 272 (4 Pt 2): H1696-709, 1997.
- [67] Griffith TM, Edwards DH. Fractal Analysis of Role of Smooth Muscle Ca²⁺ Fluxes in Genesis of Chaotic Arterial Pressure Oscillations. Am J Physiology. May; 265 (5 Pt 2): H1801-11, 1994.
- [68] Griffith TM, Edwards DH. Complexity of Chaotic Vasomotion is insensitive to flow and pressure but can be regulated by external control. Am J Physiology.. H 656-68, 1995.
- [69] Goldberger AL. Is the normal heart-beat chaotic or homeostatic? NIPS, 1991; O:87.
- [70] Goldberger AL, West BJ. Applications of non-linear dynamics to clinical cardiology. Ann Ny, Acad Sci, 504:195. 1987.
- [71] Golberger AL. Complexity lost and found: are dynamical assays a new frontier in personalized..?" Session 2. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=-YKu1WJjScs>
- [72] Cavalcanti S, Ursino M. Chaotic oscillations in microvessel arterial networks, Annals of biomedical engineering, 24, 1, 37-47, 1995.
- [73] Stagnaro S, Stagnaro-Neri M. Deterministic chaotic biological system: the microcirculatory bed. Gazz Med It-Arch Sci Med 1994; 153:99.
- [74] Stagnaro S. Fisiopatologia e Ruolo diagnostico dell'entanglement mitocondriale nel sano, nel soggetto con Reali Rischi Congeniti, dipendenti dalle relative Costituzioni Semeiotico-Biofisico-Quantistiche, e nel malato. SISBQ, 2020. Available at: <http://www.sisbq.org/uploads/5/6/8/7/5687930/entanglementmitocondriale.pdf>
- [75] Stagnaro S. Fisiopatologia e Ruolo diagnostico dell'entanglement del Retitolo Endoplasmatico nel soggetto sano, con Reali Rischi Congeniti, dipendenti dalle relative Costituzioni Semeiotico-Biofisico-Quantistiche, e nel malato. Available at: <http://www.sisbq.org/uploads/5/6/8/7/5687930/entanglementre.pdf>
- [76] Caramel S, Stagnaro S. Intrinsic fractal structure of signal that triggers Quantum Biophysical Semeiotics Reflex. Research Gate, 2017. Available at: https://www.researchgate.net/publication/320470964_Intrinsic_fractal_structure_of_signal_that_triggers_Quantum_Biophysical_Semeiotics_Reflex
- [77] Caramel S, Stagnaro S. Biological Information Fields: Quantum Biophysical Semeiotics clinical and experimental evidences. Research Gate, 2020. Available at: https://www.researchgate.net/publication/340721299_Biological_Information_Fields_Quantum_Biophysical_Semeiotics_clinical_and_experimental_evidences
- [78] Korsakova et al. Diagnosis of different stages of epileptogenesis by fractal EEG analysis. Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova 2011; 111(5): 37-41.
- [79] Sabeti M, Katebi S, Boostani R. Entropy and complexity measures for EEG signal classification of schizophrenic and control participants. Artif Intell Med. 2009 Nov;47(3):263-74.
- [80] Stagnaro S. IL GH-RH è il Pace-Maker della Microcircolazione generale. Applicazioni Diagnostiche: il segno di Beatrice. SISBQ; 2017. Available at: <http://www.sisbq.org/uploads/5/6/8/7/5687930/segnobeatrice.pdf>
- [81] Stagnaro S. Single Patient Based Medicine. Ed. Travel Factory, Roma, 2005.
- [82] Caramel S, Stagnaro S. Quantum Biophysical Semeiotics and mit-Genome's fractal dimension. JQBS, 2011. Available at: http://www.sisbq.org/uploads/5/6/8/7/5687930/joqbs_mitgenome.pdf
- [83] Caramel S, Stagnaro S. Quantum-chaotic aspects of Quantum Biophysical Semeiotics. JQBS, 2011. Available at: http://www.sisbq.org/uploads/5/6/8/7/5687930/quantumchaotic_qbs.pdf
-

Appendice. L'interpretazione causale della meccanica quantistica di David Bohm

David Bohm cominciò la sua ricerca investigando il comportamento dei plasmi, gas contenenti elettroni e ioni positivi ad alta densità. Esempio di plasmi sono i fulmini, l'aurora boreale, le stelle. Egli si accorse ben presto che gli elettroni, una volta che diventano parte di un plasma, smettono di apparire come particelle individuali ed iniziano a comportarsi come se essi fossero parte di un tutto più grande ed interconnesso, un mare di particelle che dà l'impressione di essere apparentemente vivo, intelligente e cosciente per via delle caratteristiche di "auto-regolazione" che vi si possono osservare: si dispongono armonicamente come un'orchestra. Quando due elettroni negativamente carichi sono in totale isolamento, l'interazione tra loro si estende su una grande distanza. Ma in un plasma un numero enorme (dell'ordine di centinaia di milioni) di altre particelle cariche si riarrangia per schermare questa interazione su vasta scala. Come risultato, ognuna delle particelle cariche del plasma interagisce con quelle vicine solo sulle piccole distanze (realtà locale, spazio – tempo). Ma l'interazione a grande distanza non è ancora svanita. Sono queste interazioni a grande distanza (realtà non locale, sincronica e simultanea) che fanno in modo che il plasma si comporti in maniera coerente. Visto a distanza, un plasma appare essere una serie di oscillazioni collettive che comportano un numero grandissimo di particelle "danzanti in un plasma intelligente". Esaminate però a grande ingrandimento, risulta visibile solo il moto apparentemente casuale delle particelle individuali. E' interessante notare che esiste una correlazione quantistica tra cervello e plasma, il 99% dell'universo è plasma, - ad esempio i fulmini, il sole -, e che nei plasmi si forma un'elica simile a quella del DNA. Bohm creò una descrizione matematica duale del plasma che contiene entrambi i punti di vista: l'individuale ed il collettivo. Una descrizione - coordinate collettive - riguarda le vibrazioni collettive, mentre l'altra - coordinate individuali - spiega il moto libero delle particelle individuali. Poiché le due descrizioni sono parte di un unico tutto, il moto collettivo del tutto è racchiuso dentro il movimento apparentemente casuale individuale e viceversa.

Secondo l'interpretazione causale della meccanica quantistica proposta da Bohm, il potenziale quantico¹⁴ guida l'elettrone in una traiettoria ben precisa e potenzialmente¹⁵ determinabile, ma aggiornata istante dopo istante. A differenza di quello che succede con i potenziali elettrico e magnetico, il potenziale quantico dipende solo dalla forma: esso non dipende dalla distanza¹⁶!

¹⁴ Le caratteristiche del potenziale quantico sono simili, se non uguali, al vuoto quantistico o campo di punto zero definito dalla teoria quantistica standard (esistenza dimostrata da Casimir – 1948).

¹⁵ Se supponiamo che la struttura dell'elettrone non sia puntiforme, come comunemente idealizzato dalla fisica dominante, bensì con una certa complessità, come sostenuto da René Thom ed ipotizzato dallo stesso David Bohm, allora, secondo la teoria del caos, se le sue traiettorie sono complesse, benché deterministiche, ossia determinate da leggi ben precise ma ignote, esse sono per definizione intrinsecamente incerte ed imprevedibili a causa della proprietà connotativa dei sistemi con dinamiche caotiche della dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali, ovvero a causa del continuo feedback implicato-esplicito, secondo l'impostazione bohmiiana. Per questo motivo c'è un determinismo di fondo, le traiettorie dell'elettrone possono essere potenzialmente determinabili, ma in realtà non è concretamente possibile tale determinazione.

¹⁶ L'entanglement e la non-località seguono naturalmente da questa caratteristica particolare.

Ciò vuol dire che anche quando esso è debole¹⁷, può influenzare comunque e fortemente la particella. Questo concetto è chiaramente differente dalle idee newtoniane, perché implica che anche caratteristiche distanti dall'ambiente¹⁸ possono fortemente influenzare le particelle.

L'approccio di Bohm aiuta a dare un senso e risolvere alcuni paradossi della fisica dei quanti come la dualità onda – particella¹⁹ e il paradosso EPR di Einstein, Podolsky e Rosen²⁰.

La fisica classica e la meccanica quantistica della scuola di Copenaghen hanno difficoltà nello spiegare dal punto di vista epistemologico fenomeni contro-intuitivi come la realtà non-locale e l'entanglement. Come comunicano tali particelle? Esse certamente non possono comunicare inviandosi segnali che viaggiano alla velocità della luce. L'unica

¹⁷ Metaforicamente, l'essere umano è come una nave che avanza nella nebbia e che arriva in porto grazie alla potenza dei suoi motori, ma guidata da segnali emessi da un radar. I motori rappresentano la meccanica classica, mentre il radar rappresenta il potenziale quantico. La grande potenza dei suoi motori porta la nave attraverso il mare, ma la rotta è determinata dai segnali radar. L'energia dei segnali è debolissima, quasi trascurabile, talvolta o spesso inascoltata, ma tali segnali sono ricchi di informazione ed indicano la direzione da seguire. Il potenziale quantico è un'energia debole, ma altamente informativa in grado di dare forma a una grezza energia non formata.

¹⁸ E' come se ci fosse un'onda in un lago in grado di far sobbalzare un tappo di sughero che galleggia nell'acqua, anche quando esso è lontano dalla sorgente d'onda.

¹⁹ Bohm un giorno raccontò una storiella, che aiuta a comprendere l'illusorietà della dualità e della separazione che noi percepiamo. Si immagina che un tale non sia in grado di guardare direttamente dentro un acquario in cui c'è un pesce soltanto e che l'informazione su ciò che contiene gli venga fornita da due telecamere, una diretta di fronte all'acquario e un'altra al suo lato (a novanta gradi rispetto alla prima direzione). Quando egli guarderà sui due monitor quello che rispettivamente osservano le due telecamere, potrebbe pensare che il pesce rappresentato in ciascuno dei due schermi rappresenti due entità differenti, ed infatti date le angolazioni differenti con le quali il pesce viene visto le sue immagini saranno chiaramente diverse. Eppure se continua a guardare i due pesci, comprenderà ad un certo punto che esiste una certa relazione tra loro. Infatti, quando uno dei due si muove, pure l'altro effettua simultaneamente un movimento, seppure le rispettive forme siano diverse. Non sapendo che si tratta dello stesso pesce, egli potrebbe pensare che un pesce stia comunicando istantaneamente con l'altro. Infatti egli visualizza l'elettrone come un'onda che collassa verso l'interno dall'intero universo fino ad apparire come particella e che poi si ri-espande verso l'esterno fino ad apparire come onda. La realtà fondamentale diventa così un processo di chiusura ed apertura, e le particelle sono solo astrazioni di tale processo. Il dualismo onda -particella è perciò illusorio: esso viene visto come un processo dinamico che accade miliardi di volte al secondo, in grado di allacciare costantemente il microcosmo al macrocosmo.

²⁰ Il potenziale quantico permette di spiegare anche il Paradosso EPR di Einstein, Podolsky e Rosen, un esperimento mentale raffinato dal fisico John Bell, e convalidato poi sperimentalmente dal fisico Alain Aspect. Se prendiamo una particella elementare, ad esempio un elettrone, non dotata di spin (proprietà di rotazione) e la si scinde in due parti, una deve avere per forza uno spin $+1/2$ e l'altra uno spin $-1/2$ (per la legge di conservazione dello spin che deve dare zero come somma). Se portiamo queste due particelle ad una certa distanza una dall'altra (inferiore a 300 000 km) osserviamo che, una volta invertito il segno dello spin di una particella, simultaneamente si inverte pure il segno dell'altra (in un certo senso le particelle dovrebbero comunicare tra loro inviandosi dei segnali in modo da rispettare la legge di conservazione dello spin, conformemente alla velocità della luce). Se invece queste due particelle vengono spedite in direzioni opposte in modo da trovarsi a grande distanza una dall'altra (ad esempio un milione di chilometri) e nuovamente cambiamo segno allo spin di una accade che pure l'altra simultaneamente inverte il segno, quindi esse continuano a rispettare la legge di conservazione dello spin. Ciò però viola uno dei principi fondamentali della teoria della relatività, ovvero il fatto che la velocità della luce è ben definita, è finita, ed è di 300 000 km al secondo. Ci sono due soluzioni: o la teoria della relatività è completamente sbagliata oppure esiste una realtà non-locale, ovvero le particelle "comunicano" simultaneamente e sincronicamente indipendentemente dalla loro distanza (dallo spazio) e dal tempo. Alan Aspect ha dimostrato sperimentalmente nel 1982 il teorema di Bell e quindi l'esistenza della realtà non-locale.

ipotesi epistemologica sostenibile, avallata pure da Einstein, è che le particelle debbano per forza rispondere a delle variabili nascoste, non ancora conosciute.

David Bohm ipotizza che tali variabili nascoste siano proprio nel potenziale quantico. Egli sospetta che il motivo per il quale le particelle subatomiche restano in contatto indipendentemente dalla distanza che le separa risiede nel fatto che la loro separazione è solo un'illusione. Da questa intuizione nasce tutta la teoria sull'ordine implicato: ad un qualche livello di realtà più profondo, tali particelle non sono entità individuali ma estensioni di uno stesso organismo fondamentale. Si pensi ad esempio ad un iceberg in movimento sull'oceano: diverse sue parti emergono in superficie, sembrano muoversi simultaneamente (entanglement, non-località) e sincronicamente²¹ seppure separate una dall'altra - ordine esplicito -; in realtà c'è un corpo unitario sommerso dell'iceberg - ordine implicato²² - che guida ciò che appare muoversi in superficie.

Bohm associa l'idea di un ordine implicato²³, quello che pilota la realtà, all'immagine di un ologramma²⁴ perché questa analogia rappresenta in maniera perfetta il concetto di totalità non frammentata.

Ogni parte della realtà contiene informazione su ogni altra parte all'interno di essa, in maniera tale che ogni regione di spazio e di tempo contiene al suo interno la struttura dell'universo. Il tutto è contenuto in ogni sua parte. L'olomovimento, secondo Bohm, è quel movimento (processo) che rende attivo l'ordine implicato. Il movimento generato dall'olomovimento in ogni regione porta informazione su ogni altra parte della realtà.

Bohm definisce l'ordine implicato contraddistinto dalla realtà non-locale, un pre-spazio guida invisibile dell'universo olografico²⁵. Il mondo implicato, che è nascosto, dà origine alla realtà fenomenica così come noi la percepiamo.

²¹ Alla causalità si affianca la sincronicità, il cui principio afferma che i termini di una coincidenza significativa sono legati da un rapporto di contemporaneità e dal senso (C. G. Jung, La sincronicità).

²² Il potenziale quantico opera nell'ordine implicato. Come immaginarci tale ordine? Pieghiamo in più parti un foglio di carta, lo tagliamo in un punto, e poi lo riapriamo nell'estensione originaria. Fatto questo possiamo osservare che il foglio riaperto presenta al suo interno molte forme simmetricamente separate tra loro. Queste forme separate sono state in realtà prodotte dallo stesso taglio nel foglio di carta piegato. Il taglio nel foglio di carta piegato rappresenta l'ordine implicato, mentre le forme separate che si formano riaprendo il foglio rappresentano l'ordine esplicito.

²³ Lo stesso ordine implicato risuona da un campo di energia che è ancora più grande e che è il regno del puro potenziale. La parola implicato deriva dal verbo implicare, che significa piegarsi verso l'interno. In tal modo la realtà come implicata significa che ogni parte di essa richiama ogni altra parte. Esiste un processo incessante di implicazione ed esplicazione dove le particelle subatomiche si dissolvono costantemente nell'ordine implicato per poi ricristallizzarsi nell'ordine esplicito.

²⁴ L'olografia è una tecnica fotografica per registrare figure di interferenza prodotte dalla sovrapposizione di due fasci laser, uno riflesso dall'oggetto interessato, e l'altro proveniente dalla sorgente stessa o da uno specchio per riflessione. L'ologramma è la lastra fotografica, che può dare immagini tridimensionali, impressionata dalle figure di interferenza prodotte mediante l'olografia. Se frantumiamo la lastra così ottenuta in tanti piccoli pezzi, succede che ogni minimo frammento contiene l'informazione per proiettare l'intera immagine tridimensionale dell'oggetto stesso. Ogni parte contiene in sé il tutto.

²⁵ Bohm suggerisce che ogni regione di spazio e tempo contiene in sé l'ordine totale dell'universo. L'ordine implicato stesso è stato rilevato nel movimento complesso dei campi elettromagnetici, nella forma di onde di luce. Un tale movimento di onde luminose è presente ovunque e in linea di principio racchiude l'intero universo di spazio e di tempo in ogni regione. Questo processo di racchiudersi e schiudersi ha luogo non solo nel movimento del campo elettromagnetico ma anche in altri campi (protonici, elettronici, ecc.). Questi campi obbediscono a leggi quanto-

Secondo la fisica newtoniana, se un sistema è deterministico e conosciamo le equazioni che governano la sua evoluzione nel tempo, possiamo misurare il suo stato con infinita precisione. Nell'interpretazione classica della fisica quantistica invece, osservando il mondo sub-atomico ci imbattiamo in concetti quali indeterminatezza, imprevedibilità, casualità, onde di probabilità. Come uscire da questa dicotomia?

L'imprevedibilità è una caratteristica peculiare dei sistemi con dinamiche complesse o caotiche, non dipende dalla conoscenza, dalla misura e dall'osservatore. Analogamente l'incertezza legata al principio di indeterminatezza è un dato oggettivo, la costante di Planck è universale.

Il caos è deterministico, ossia esistono leggi sottese che determinano particolari traiettorie ed orbite, ma per il principio di Heisenberg non possiamo conoscere simultaneamente posizione e momento di un singolo ente: per questo motivo ci si affida alle distribuzioni statistiche di probabilità. L'entropia non nulla è segno di presenza di caos deterministico e misura il tasso di incertezza o di variazione (incremento) di informazione di un sistema dinamico. L'incertezza dunque è una proprietà intrinseca, non è essa di natura stocastica: il caos deterministico non ha nulla a che spartire con il caso²⁶.

C'è una causalità di fondo ben implementata dall'interpretazione bohmiana della meccanica quantistica. L'analogia con la teoria del caos è molto forte. Per Bohm esiste una causalità di fondo dettata dal potenziale quantico (che va ad aggiungersi al potenziale classico) il quale detta e guida la traiettoria dell'elettrone. L'elettrone non è più visto come una particella semplice, un punto senza struttura, bensì come un'entità altamente complessa influenzata e guidata dal potenziale quantico in maniera molto sottile. L'informazione nella forma dell'onda quantica dirige l'energia dell'elettrone. L'apparente dualità onda particella è così causata dalla complessità del potenziale quantico.

meccaniche, che implicano le proprietà di discontinuità e di non-località. La totalità del movimento di chiusura e apertura può andare immensamente oltre ciò che è stato rivelato nel corso delle osservazioni effettuate. Bohm chiama questa totalità olo movimento. Ogni cosa emerge da un processo di apertura dall'olomovimento, che poi si riavvolge nell'ordine implicato. Il processo di avvolgimento su sé stesso viene definito implicante, e il processo di apertura esplicante. L'implicato e l'esplicato sono una totalità indivisibile ed in continuo flusso. Ogni parte dell'universo è legata ad ogni altra parte ma in gradi differenti.

²⁶ Occorre fare chiarezza su questo punto, come argomenta René Thom uno dei pionieri degli studi sulle dinamiche caotiche deterministiche con la sua teoria delle catastrofi.: "Diversi autori glorificano oltraggiosamente il caso, il rumore, la «fluttuazione»; tutti rendono l'aleatorio responsabile sia dell'organizzazione del mondo (attraverso le «strutture dissipative», secondo Prigogine), sia dell'emersione della vita e del pensiero sulla terra. La fascinazione dell'aleatorio è sintomo di un'attitudine antiscientifica per eccellenza. Cos'è di fatto l'aleatorio? L'unica definizione possibile non può che avere valenza negativa: aleatorio è un processo non simulabile da alcun meccanismo né descrivibile da qualsivoglia formalismo. Affermare che «il caso esiste» equivale perciò a prendere una posizione ontologica consistente nell'affermare la realtà di fenomeni naturali che non potremo mai descrivere, dunque mai comprendere. Con il darwinismo è stato introdotto nella scienza l'uso illegittimo del caso, Taluni autori (fra cui P. Suppes nelle lezioni tenute nel novembre 1979 al Collège de France) puntando sull'indeterminismo quantistico, a sua volta basato sull'ipotesi mai dimostrata che le particelle sono punti, per giustificare scientificamente l'esistenza del caso. *Non parliamo dunque più di caso!*" L'uso della parola incertezza secondo il pensiero autentico di Heisenberg (poi manipolato, tirato per la camicia per supportare le ipotesi della fisica ora dominante) è collegato alla imprevedibilità e incontrollabilità. La particella A possiede una ben definita posizione e momento e una ben definita traiettoria, che però non può essere conosciuta esattamente, o conoscibile, dallo sperimentatore.

In conclusione, la meccanica quantistica basata esclusivamente sulle probabilità non è errata, però è incompleta, usando le parole di Einstein; essa vale fino ad un certo punto, e per certi ambiti, ma lascia in piedi delle questioni irrisolte. Essa va completata con quello che viene prima, con i principi primi, con ciò che la rende esplicita, esplicitata - per usare la terminologia di ordine implicato, nascosto che sottende l'ordine esplicito, teorizzato da David Bohm. Essa va completata con ciò che viene prima di quello che finora si è riusciti ad osservare, ossia ciò che causa quelle nuvole sub-atomiche di (apparente) probabilità: i principi primi, le leggi latenti, spesso ignote, che causano tutto questo.

David Bohm ha sviluppato l'interpretazione causale della meccanica quantistica (variabili nascoste) e su questa scia il professore olandese Gerard 't Hooft, Nobel 1999 per la fisica, sta studiando la gravità quantistica come un sistema deterministico di tipo dissipativo. C'è un determinismo di fondo, seppure non quello immaginato da Laplace e da Newton. Il Santo John Henry Newman, filosofo e teologo, scriveva: "senza principi primi non ci sono condizioni di sorta; la probabilità presuppone e richiede che ci siano verità certe" ("La grammatica dell'assenso", JH Newman).

Secondo Bohm, con l'emergere della teoria del caos, è diventato chiaro che è possibile andare verso nuove direzioni, e trattare le leggi statistiche e probabilistiche come emergenti da leggi causali.

Questa concordanza tra comportamenti caotici e quantistici legittima una nuova scuola di pensiero, dove è possibile accostare il determinismo caotico a quello quantistico, un determinismo caotico-quantistico che ammette una causalità di fondo, leggi e schemi sottesi che dirigono tutto ciò che accade in natura, ma dove c'è (secondo le caratteristiche proprie del caos deterministico) dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali e complessità, e (secondo l'aspetto quantistico) entanglement, non-località e feedback incessante nelle dinamiche dei comportamenti apparentemente probabilistici degli eventi osservabili, nei quali incertezza ed imprevedibilità sono proprietà loro intrinseche (non frutto del caso). E' ammesso all'interno di questo quadro il libero arbitrio, dato che sono possibili dinamiche di retroazione (feedback), agendo sia negli eventi osservati, sia nello spazio che esiste tra la legge deterministica e l'evento che sta generandosi, sia nello schema o legge sottesa, modificando od alterando le condizioni iniziali. I caratteri dell'imprevedibilità e dell'incertezza sono legittimati da una causalità potenziale, causa in potenza perché soggetta alla mutazione delle condizioni iniziali dei sistemi, e al libero arbitrio, ove esistente.