

## Dal libro della natura al PVS una sintropia che viene da lontano<sup>1</sup>

Maurizio Proietti<sup>2</sup>

*«Il libro della natura è scritto in lingua matematica.»*

Galileo Galilei Il Saggiatore 1623

Per lungo tempo la scienza ha letto la natura attraverso lenti meccanicistiche: il mondo fisico come macchina regolata da cause materiali che dal passato spingono il presente, mentre l'esperienza cosciente resta spettatrice esterna; ma nel Novecento questo quadro si incrina: la meccanica quantistica mostra che l'osservatore, e più in generale il processo di misura, entra nella descrizione dei fenomeni fisici. In parallelo, la biologia scopre che non è più sufficiente più un elenco di molecole per capire come un organismo vive, si organizza e guarisce; servono ponti tra chimica e fisica, tra forma e processo, tra biologia dello sviluppo e campi di forze [1-2].

Il Primo Vascular System (PVS) si colloca esattamente in questo crocevia. Da un lato, è una proposta anatomica concreta, cioè una rete fine di dotti e nodi (Primo Vessels, Primo Nodes) distinta dai sistemi ematico e linfatico; dall'altro, è un'ipotesi concettuale forte: un possibile canale informazionale che integra biochimica, meccanica, elettricità e, forse, luce ultra-debole (biofotoni) [7-11].

Sul Primo Vascular System, le "carte" non mancano, infatti ci sono osservazioni istologiche, colorazioni selettive, dati su acido ialuronico, DNA, cellule staminali, funzioni immunitarie innate (HAR-NDS) [8-13]. Il difficile non è più elencarle, ma metterle in riga dentro un quadro teorico che rispetti i vincoli della fisica e della termodinamica che faccia uso di modelli matematici espliciti; che produca ipotesi falsificabili e non solo metafore seducenti.

È qui che entrano in gioco due riferimenti: il metodo di Stephen Hawking e la sintropia di Luigi Fantappiè. Da precisare che il riferimento a Hawking e Fantappiè è solo metodologico, non necessariamente contenutistico.

Hawking ricordava che una teoria fisica, per quanto ardita, è innanzitutto un modello matematico, deve essere coerente con le leggi note, descrivere i dati disponibili e produrre previsioni controllabili. Finché queste previsioni reggono all'urto

---

<sup>1</sup> Tratto dall'undicesimo capitolo del libro *"Primo Vascular System, La via di trasmissione biofotonica dell'Uomo"* disponibile all'indirizzo:

[https://www.researchgate.net/publication/398609877\\_Primo\\_Vascular\\_System\\_La\\_via\\_di\\_trasmissione\\_biofotonica\\_dell'Uomo#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/398609877_Primo_Vascular_System_La_via_di_trasmissione_biofotonica_dell'Uomo#fullTextFileContent)

<sup>2</sup> Maurizio Proietti: [drmaurizioproietti@gmail.com](mailto:drmaurizioproietti@gmail.com)

dell'esperimento, la teoria "funziona"; quando vengono falsificate, va corretta o abbandonata. È esattamente l'atteggiamento che qui si propone per il PVS, ovvero, uscire dalla pura descrizione qualitativa e formulare ipotesi biofisiche esplicite, con variabili, parametri e condizioni al contorno, che dicano con chiarezza che cosa dovrebbe accadere se il modello è corretto. Solo così il PVS può essere discusso nello stesso spazio logico delle altre teorie scientifiche [2].

Applicato alla biologia, il messaggio è chiaro: anche ipotesi "difficili", come l'esistenza funzionale del PVS, o il ruolo dei biofotoni, diventano scienza solo se tradotte in modelli con predizioni misurabili. È in questo spirito che vale la pena rileggere la sintropia di Luigi Fantappiè e chiedersi se possa offrire una cornice matematica per parlare di ordine, vita e Primo Vascular System senza scivolare nella metafisica.

### ***1 Una sintropia che viene da lontano***

Hawking e Fantappiè non sono i soli a guardare con una lente speciale la sintropia. Partiamo da Einstein con la sua equazione completa e la soluzione "rimossa". La celebre formula  $E = mc^2$  è, in realtà, una versione semplificata di un'equazione più generale che Einstein iscrive nel 1905 all'interno della relatività ristretta. In forma completa, la relazione energia–massa–impulso ammette due soluzioni simmetriche nel tempo, una corrisponde all'energia che si propaga in avanti, dal passato verso il futuro, l'altra a un'energia che, matematicamente, si comporta come se si propagasse all'indietro nel tempo. Per rendere l'equazione compatibile con l'intuizione causale classica (prima la causa, poi l'effetto), Einstein assume che per i corpi fisici ordinari l'impulso sia trascurabile e riduce così tutto a  $E = mc^2$ , eliminando di fatto la soluzione "a tempo negativo". Quella parte della sua stessa teoria che avrebbe aperto alla retrocausalità viene, per così dire, "tagliata via" per motivi di accettabilità concettuale più che per reale necessità matematica.

Quando, negli anni '20, la meccanica quantistica si intreccia con la relatività di Einstein (equazione di Klein–Gordon), la doppia soluzione nel tempo riemerge in modo naturale: le equazioni che descrivono le particelle relativistiche prevedono propagazioni sia verso il futuro sia verso il passato. Questa struttura avrebbe potuto fornire un fondamento matematico alla duplice faccia dei fenomeni quantistici (onda/particella, campo/evento), legandola a una doppia freccia del tempo. Ma la soluzione retrocausale continua a essere rifiutata, per eliminarla, Schrödinger

costruisce la sua equazione rinunciando proprio al pezzo relativistico che genera la doppia direzione temporale. La meccanica quantistica “ufficiale”, nell’interpretazione di Copenaghen (Bohr–Heisenberg), mantiene solo la freccia dal passato al futuro e sposta il mistero sul ruolo dell’osservatore chiamato a “collassare” la funzione d’onda. In questa scelta storica, la parte della struttura einsteiniana che avrebbe dialogato naturalmente con la sintropia e con l’idea di attrattori dal futuro viene sostanzialmente espunta dal quadro standard.

Nello stesso periodo, Einstein esplora anche modelli ciclici di universo, in cui il cosmo alterna fasi di espansione (tipo Big Bang) e fasi di contrazione (Big Crunch) sotto l’azione della gravità. In una lettura sintropica, la fase espansiva può essere associata alla freccia entropica: la materia–energia si disperde, le strutture si dilatano, domina la causalità “dal passato al futuro”. La fase di contrazione, invece, può essere vista come una sorta di “versante sintropico” del cosmo: l’universo torna a concentrarsi, le traiettorie convergono, l’evoluzione sembra guidata da una meta, più che spinta da condizioni iniziali. In questo quadro, l’universo di Einstein contiene già, in potenza, entrambe le tendenze che Fantappiè formalizzerà come entropia (divergenza) e sintropia (convergenza), e che Di Corpo e Vannini interpreteranno come due frecce complementari del tempo: una che parte dal passato, l’altra che proviene dal futuro sotto forma di attrattori.

Albert Szent-Györgyi, Nobel per la medicina (1937), riflettendo sui sistemi viventi che mostrano ordine crescente, organizzazione e complessità nel tempo, sottolineava come il loro comportamento fosse “in aperto contrasto” con l’entropia. Per descrivere questa tendenza alla crescita di ordine e struttura ipotizzava l’esistenza di una forza simmetrica e complementare all’entropia, capace di spingere i sistemi verso maggiore organizzazione.

Un passo decisivo verso una formalizzazione matematica di questa intuizione si deve a Fantappiè che lavorando sulle soluzioni delle equazioni che combinano meccanica quantistica e relatività ristretta si accorse che 1) la soluzione in avanti nel tempo descrive energia e materia che tendono a una distribuzione omogenea e casuale, in accordo con la seconda legge della termodinamica e la “morte termica” dell’universo (legge dell’entropia); 2) la soluzione all’indietro nel tempo mostra invece un comportamento speculare: l’energia, anziché dissiparsi, tende a concentrarsi, a generare ordine, strutture, informazione. Fantappiè chiamò questa seconda legge sintropia. Dal punto di vista matematico, le soluzioni sintropiche sono caratterizzate dalla concentrazione di energia; dall’aumento di differenziazione e complessità; dalla

riduzione dell'entropia; dalla formazione di strutture; e dall'incremento di ordine e informazione.

A partire dagli anni 2000, Ulisse Di Corpo e Antonella Vannini riprendono e aggiornano l'intuizione di Fantappiè, costruendo una vera e propria rilettura "moderna" della sintropia che collega matematica, fisica, psicologia e scienze della vita.<sup>3</sup> Di Corpo e Vannini sono oggi i principali continuatori operativi della linea Fantappiè–Arcidiacono, sviluppano modelli teorici (nuova termodinamica, bisogni vitali, modelli sintropici della coscienza); producono dati sperimentali su fenomeni anticipatori e retrocausali; mantengono viva, tramite il Syntropy Journal, una comunità di ricerca che esplora le implicazioni della sintropia in fisica, biologia, psicologia, economia.

Nel 2007 Antonella Vannini formula una ipotesi sperimentale molto chiara: se la vita è sostenuta dalla sintropia, allora i parametri del sistema nervoso autonomo che supporta le funzioni vitali dovrebbero reagire in anticipo agli stimoli. In altre parole, variabili come frequenza cardiaca e conduttanza cutanea potrebbero mostrare cambiamenti prima che uno stimolo venga effettivamente presentato. Questa ipotesi si inserisce in una linea di ricerca aperta da esperimenti come quelli di Dean Radin, nei quali si monitorano parametri autonomici (frequenza cardiaca, conduttanza cutanea ...) mentre ai soggetti viene mostrato prima uno schermo vuoto, poi in modo casuale un'immagine calma o emotivamente intensa. In questi protocolli si osservano differenze sistematiche nel periodo che precede la presentazione delle immagini emozionali rispetto a quelle neutre. Una rassegna di questi esperimenti, insieme alla descrizione di quattro studi condotti dagli stessi Di Corpo e Vannini, è presentata in *Retrocausality: experiments and theory* (2011), dove gli autori interpretano tali fenomeni come possibili effetti di attrattori sintropici che agiscono dal futuro sul presente attraverso il sistema nervoso autonomo.

Nel loro lavoro teorico, Di Corpo e Vannini applicano la sintropia anche alla teoria dell'evoluzione, distinguendo due livelli:

---

<sup>3</sup> Ulisse Di Corpo è psicologo sperimentale e ricercatore sociale; si occupa di sintropia fin dal 1977 e ha elaborato la Teoria dei bisogni vitali, che mette in relazione entropia/sintropia con bisogni materiali e immateriali, proponendo una lettura "sintropica" di ansia e depressione. È autore di vari libri (fra cui *La teoria dei bisogni vitali*, *Introduzione alla sintropia*, *Apocalypse and Syntropy*) ed è, dal 2005, editor e principale autore della rivista online Syntropy Journal. Antonella Vannini è psicologa, psicoterapeuta, psicologa cognitiva e ipnoterapeuta. Ha conseguito un dottorato a "La Sapienza" di Roma con una tesi su "Un modello sintropico della coscienza", in cui applica la sintropia ai modelli di coscienza e al tempo (onde ritardate/anticipate). È autrice di lavori come *From mechanical to life causation* (Syntropy 2005) e co-autrice, con Di Corpo, di volumi quali *Entropia e sintropia. Causalità e retrocausalità nella fisica e nelle scienze della vita* e *Retrocausalità: esperimenti e teoria*.

1. *Microevoluzione*, che la teoria darwiniana descrive con successo: selezione naturale, deriva genetica, speciazione, ottimizzazione e specializzazione. Questi processi, tuttavia, tendono a ridurre la varietà genetica nel lungo termine (perdita d'informazione, specie potenzialmente più fragili).
2. *Macroevoluzione*, ovvero comparsa di forme del tutto nuove (organi, salti di complessità, strutture radicalmente originali). Secondo gli autori, non basta invocare mutazioni casuali e selezione naturale: occorrono nuove informazioni strutturali, che la teoria attribuisce ad attrattori sintropici.

In questa prospettiva, l'universo non è solo governato da una freccia entropica (dal passato al futuro, verso disordine e omogeneità), ma anche da un “versante futuro” popolato da attrattori organizzati gerarchicamente che inviano “progetti di forma” al mondo fisico. Quando questi attrattori interagiscono con sistemi entropici, emergono spesso geometrie frattali: ramificazioni coronariche; albero bronchiale; arborizzazioni neuronali; tutte forme che possono essere interpretate come impronte della sintropia nel vivente.

Riprendendo le idee di Rupert Sheldrake sui campi morfogenetici, Di Corpo e Vannini traducono quei “campi” in attrattori morfogenetici: non solo campi che organizzano lo spazio, ma veri e propri progetti futuri verso cui il sistema tende. In questo quadro, il gene perde il ruolo esclusivo di “hard disk” che memorizza il passato e diventa soprattutto una antenna che si collega all'attrattore di specie, ricevendone forma e progetto.

Questa reinterpretazione consente, secondo gli autori, di dare una lettura sintropica a tre fenomeni classici:

1. la stabilità sorprendente delle specie nel tempo;
2. l'apparente convergenza evolutiva verso forme simili in linee indipendenti;
3. i risultati di Hans Driesch: in alcuni esperimenti una singola cellula di riccio di mare allo stadio bicellulare può sviluppare un individuo completo, come se esistesse un “progetto di forma” globale a cui la cellula continua ad attingere.

Gli esperimenti di Sheldrake sull'apprendimento nei topi e sulla cristallizzazione vengono riletti nella stessa chiave: quando molti individui di una specie imparano un

compito, questo diventa più facile per la discendenza; analogamente, una volta che un cristallo nuovo è stato formato più volte, la sua futura cristallizzazione è facilitata.

La spiegazione proposta è che l'esperienza collettiva viene "scritta" nell'attrattore di specie (ad esempio attractor humanity, attractor mice) e i singoli organismi vi si connettono tramite i loro geni, che funzionano come interfacce con il futuro, non solo con l'eredità passata.

La proposta centrale è che la vita sia il punto d'incontro fra queste due tendenze: l'evoluzione non sarebbe soltanto il risultato di mutazioni casuali selezionate, ma anche il dispiegarsi progressivo di "progetti" attrattivi che agiscono "retrocausalmente".

## **2 Watterson: acqua, entropia e sintropia**

John Grant Watterson, della Griffith University (Queensland, Australia), parte da una critica radicale dell'immagine tradizionale della cellula come "sacco di enzimi" immersi in una soluzione diluita e governati da collisioni casuali. Nei suoi lavori, in particolare *The Entropy–Syntropy Inversion in Water Part II: From Physics to Biology*, sostiene che la termodinamica classica, centrata sulla sola entropia e su molecole che si urtano a caso in soluzione, non basta a descrivere in modo convincente i sistemi viventi. Il punto chiave è l'acqua, che non è un semplice solvente passivo, ma un mezzo gelificato e strutturato che occupa il 70–80% del volume cellulare. Nei gel acquosi, la materia appare macroscopicamente solida, ma è dinamica a livello molecolare. In questo quadro, i sistemi viventi possono essere rilette come "macchine entropico-sintropiche accoppiate", da un lato dissipano energia verso l'esterno (freccia entropica "outward"); dall'altro, grazie all'acqua gelificata e alle interfacce idrofile, trasformano parte di quel flusso in organizzazione interna, in strutture ordinate e funzionali (una sorta di flusso sintropico "inward"). Le forze di idratazione e l'acqua interfacciale assumono così un ruolo centrale. Tra superfici idrofile, come lipidi o silice, si sviluppano pressioni locali fino a  $\sim 10^3$  atm, si formano zone di esclusione di soluti e compare un ordine orientazionale che si estende per decine o centinaia di nanometri: segnali chiari che il mezzo non è affatto random. Lo stesso vale per il citoplasma: le transizioni gel–sol, i flussi direzionali lungo actina e microtubuli; i meccanismi di "molecular clutch" mostrano un controllo spazio-temporale delle forze che contraddice l'idea di una dinamica puramente diffusiva.

L'ATP-sintasi e molte altre “macchine molecolari” lavorano in modo vettoriale, sfruttando anisotropie del mezzo che non si spiegano se si assume che l'energia termica sia l'unico parametro rilevante.

Anche grandi sforzi di modellizzazione, come il progetto IBM Blue Gene, basato sulla minimizzazione dell'energia libera per spiegare il folding proteico, non hanno risolto il problema se non chiamando in causa la cooperatività del mezzo e i fenomeni coerenti (anche in ottica QED).

Già Frey-Wyssling, tra gli anni '30 e '50 del Novecento, aveva rilevato che il citoplasma di molte cellule non si presenta come liquido omogeneo, ma mostrava birifrangenza, indice ottico direzionale e streaming ordinato.

Nel muscolo, le miofibrille sono organizzate in sarcomeri ripetuti con filamenti spessi e sottili allineati; alla diffrazione a raggi X compaiono riflessi netti e periodici, segno di un ordine mesoscopico esteso su decine-centinaia di nanometri. “Ordine mesoscopico” significa che l'allineamento va ben oltre la singola proteina, “coerenza strutturale” che molte unità mantengono la stessa fase e geometria, come ingranaggi sincronizzati [20-20e].

Se il citoplasma fosse davvero un brodo di molecole che si urtano a caso, questi pattern coerenti non apparirebbero, i segnali di diffrazione risulterebbero sfocati, disordinati. In pratica, l'architettura del mezzo – reticoli proteici, gel idratati, membrane – canalizza energia e reazioni, riduce la randomizzazione dovuta all'energia termica e rende vettoriali i processi (contrazione, trasporto intracellulare, trasduzione di segnali).

L'acqua vicinale alle superfici biologiche si comporta, in questo quadro, come un attore vero e proprio. Interfacce idrofile, glicocalice e glicosaminoglicani (in particolare l'acido ialuronico) gelificano l'acqua anche a basse concentrazioni, creando barriere fisiche stabili – si pensi alla mucosa gastrica, in grado di sostenere gradienti di pH enormi senza che le “collisioni” predette da una lettura rigidamente  $kT$ -centrica distruggano la struttura.

Studi classici e moderni mostrano anisotropie, scorrimento facilitato, esclusione di soluti e caduta delle fluttuazioni dielettriche su scala nanometrica: tutti indizi di una fisica del mezzo molto più ricca di quella di un semplice solvente. In parallelo, lavori come quelli di Pollack sull'“EZ-water”<sup>4</sup> e sulla coerenza dell'acqua interfacciale hanno aperto scenari suggestivi, ma non ancora pienamente riconosciuti dal mainstream; per questo Watterson insiste sulla necessità di replicazioni rigorose, protocolli in doppio

---

<sup>4</sup> Gerald Pollack. *The Fourth Phase of Water: Beyond Solid, Liquid, and Vapor*. 2013

cieco e tracciabilità metrologica, per distinguere ciò che appartiene alla chimica e alla meccanica convenzionale da ciò che richiederebbe davvero una “nuova” fisica del vivente [21-23a].

La sua agenda di ricerca è, in questo senso, molto concreta: usare tecniche innovative (es. Surface Force Apparatus) per misurare curve forza-distanza nel citoscheletro e gel della matrice extracellulare, mappature Brillouin e microreologia per definire moduli elastici e viscosità locali; spettroscopia dielettrica (kHz–GHz), Raman e IR per sondare ordine orientazionale e tempi di rilassamento dell’acqua confinata. L’obiettivo è quello di rifondare la biofisica cellulare mettendo al centro il mezzo - acqua, gel, matrici polielettrolitiche - come agente attivo che genera forze, anisotropie e coerenze indispensabili per il lavoro cellulare. In questa visione, citoplasma, membrana e matrice extracellulare non sono più “sfondi inerti”, ma mezzi attivi che canalizzano energia e informazione, favorendo percorsi preferenziali per cariche, protoni e soluti, e rendendo possibili bias fisici deboli ma direzionali, sinergici con la chimica classica.

Rispetto alla sintropia di Fantappiè, Watterson resta sul piano delle cause prossimali: superfici, campi locali, reologia del mezzo, strutture dissipative in senso prigoginiano. Fantappiè, al contrario, introduce una freccia “dal futuro” e una finalità intrinseca (onde anticipate, attrattori), offrendo una cornice matematica ampia, ma ancora poco agganciata a protocolli sperimentali specifici.

Entrambi, però, mettono al centro l’ordine e la coerenza, e contestano l’idea che l’organizzazione biologica nasca soltanto da collisioni casuali in soluzione diluita. Là dove Fantappiè parla di “tendenza convergente alla forma”, Watterson mostra come superfici, idratazione e gel possano convertire energia termica in lavoro direzionale in modo del tutto locale, senza invocare retro-cause.

Se restiamo sul piano strettamente fisico, ciò che talvolta viene descritto con il linguaggio della “sintropia” – cioè, la capacità dei viventi di generare ordine e differenziazione – può essere letto come un fenomeno di auto-organizzazione dissipativa in sistemi aperti. La seconda legge della termodinamica resta pienamente valida: l’entropia totale di sistema più ambiente continua ad aumentare, ma l’entropia locale può diminuire grazie ai flussi di materia ed energia che attraversano il sistema. In questo quadro, la sintropia rimane una metafora efficace per descrivere la tendenza all’ordine, mentre il lavoro di Watterson fornisce una via operativa per misurare, con gli strumenti della fisica dei mezzi continui, in che modo acqua strutturata e gel biologici rendano concretamente possibile quel guadagno di organizzazione che osserviamo nella materia vivente.



### ***3 Acqua, epigenoma e Primo Vascular System***

Nel quadro inaugurato da Fantappiè, la sintropia è la tendenza complementare all'entropia: invece di disperdere energia e informazione, tende a concentrarle in strutture ordinate e stabili. Nei sistemi viventi questo processo non avviene in astratto, ma sembra trovare un "luogo fisico" privilegiato proprio nell'acqua, in particolare nell'acqua strutturata dei gel biologici che costituiscono la maggior parte del citoplasma e della matrice extracellulare. In queste fasi gelificate, l'acqua oscilla tra stati più ordinati (cluster) e più disordinati (anticluster), generando non solo gradienti di pressione (lato entropico), ma anche tensioni interne capaci di svolgere lavoro "verso l'interno", cioè un vero e proprio lavoro sintropico di concentrazione e organizzazione. Da questo punto di vista, i sistemi viventi possono essere letti come macchine entropico-sintropiche accoppiate, ossia da un lato catturano energia "a valle" (fotoni, nutrienti, differenze di concentrazione) e ne dissipano una parte; dall'altro, grazie all'acqua gelificata e alle sue proprietà di coesione, trasformano una quota di questo flusso in aumento di complessità strutturale e funzionale.

A livello molecolare, questa trasformazione si riflette nell'epigenoma, cioè metilazioni del DNA, modifiche istoniche, rimodellamento della cromatina, che sono il modo con cui la cellula fissa nel tempo gli esiti dei flussi energetici e informativi che attraversano il proprio microambiente liquido. In una lettura sintropica, i pattern epigenetici diventano tracce stabili, ma reversibili di processi di concentrazione e organizzazione: una memoria regolatoria che traduce segnali fisici e chimici in programmi di risposta coerenti con la storia del sistema vivente.

Se allarghiamo lo sguardo alla scala tissutale e di sistema, un'ipotesi di lavoro è che strutture ricche di gel acquoso organizzato, come la matrice extracellulare specializzata o il Primo Vascular System, possano agire come "condutture sintropiche", cioè reti capaci di convogliare tensioni meccaniche, gradienti elettrici e segnali fotonici su lunghe distanze, riducendo la dispersione e favorendo l'allineamento e la coerenza tra regioni lontane del corpo.

In questo senso, il PVS potrebbe rappresentare un candidato anatomico per un livello intermedio fra le equazioni di Fantappiè, che formulano la sintropia come principio matematico generale, e la biochimica fine dell'epigenoma, dove sintropia significa aumento locale di ordine e di informazione funzionale.

Laddove l'acqua gelificata e l'architettura del PVS riescono a contenere l'entropia e a trasformare parte del flusso energetico in organizzazione, lì la cellula può "leggere" questo guadagno di ordine e tradurlo in scelte epigenetiche specifiche, modulando

l'espressione genica in modo coerente con la propria storia e con il "futuro possibile" del sistema vivente.

Le connessioni qui proposte tra sintropia, acqua gelificata, epigenoma e Primo Vascular System hanno natura di ipotesi di lavoro, non di teoria finita; possono essere considerate falsificabili in almeno tre direzioni:

1. verificando sperimentalmente se e in che misura le proprietà fisiche dell'acqua strutturata (cluster/anticluster, tensioni interne, coerenza elettrodinamica) siano effettivamente in grado di modulare in modo riproducibile processi epigenetici;
2. mappando con tecniche istologiche, molecolari e di imaging se il PVS possiede davvero caratteristiche peculiari di conduzione meccanica, elettrica e fotonica tali da distinguerlo dalla matrice extracellulare convenzionale;
3. testando se i modelli quantitativi ispirati alla sintropia (a partire dalle formulazioni di Fantappiè) descrivono meglio, rispetto alle sole leggi entropiche, l'emergere e il mantenimento di stati altamente organizzati in sistemi viventi reali.

In questa prospettiva, la sintropia non viene assunta come "forza vitale" metafisica, ma come cornice matematica e fisica da sottoporre a verifica, capace di generare previsioni sperimentali precise sul comportamento dell'acqua biologica, delle reti PVS e dei pattern epigenetici.

#### ***4 Fantappiè e la sintropia***

Nel panorama scientifico italiano del Novecento, Luigi Fantappiè (1901–1956) occupa un posto singolare, grande matematico (teoria dei funzionali analitici), ma anche autore di una ambiziosa "Teoria unitaria del mondo fisico e biologico". La sua idea chiave è la sintropia, introdotta nei primi anni '40, in dialogo con l'equazione d'onda di d'Alembert e con le due famiglie di soluzioni che essa ammette: 1) potenziali ritardati (causalità dal passato al futuro), alla base della fisica ordinaria, dissipativa ed entropica; 2) potenziali anticipati, formalmente ammessi, ma di solito scartati come "non fisici".

Fantappiè è il primo a dare a queste soluzioni anticipate un significato fisico e biologico, le collega a fenomeni "costruttivi" orientati verso ordine, differenziazione e finalità. Nasce così la coppia entropia/sintropia, dove l'entropia descrive i processi che

degradano l'ordine, aumentano il disordine, portano verso l'equilibrio termico; la sintropia descrive i processi in cui l'ordine aumenta, le forme si organizzano, un organismo cresce o guarisce.

Nel famoso passo autobiografico del 1941–42, Fantappiè racconta il suo “shock” intellettuale: *“Mi apparve chiaro che questi fenomeni sintropici, finalistici, che conducono alla differenziazione e non possono essere riprodotti in laboratorio, erano reali ed esistevano in natura, poiché potevo riconoscerli nei sistemi viventi.”*

La sua proposta non cancella la fisica nota, piuttosto la estende, affiancando alla causalità (passato→futuro) una forma di “finalità” (attrattori futuri di ordine), formalizzata con gli stessi strumenti delle equazioni d'onda e dei gruppi di simmetria.

Negli anni successivi, Fantappiè svilupperà anche la “relatività finale” e la teoria degli “universi fisici”, cercando una struttura di simmetrie in cui entropia e sintropia sono due facce dello stesso formalismo.

Oggi, la sintropia non è accettata come nuova legge fisica, ma conserva un valore come lente concettuale e ci invita a guardare i fenomeni viventi come processi che mantengono ordine in sistemi aperti, lontani dall'equilibrio, esportando entropia all'ambiente. Esattamente il quadro di Prigogine per le strutture dissipative [3–6].

Per non scivolare nel vago, possiamo tradurre la sintropia in un linguaggio più vicino alle scienze dei sistemi:

1. un organismo vivente è un sistema aperto, cioè riceve energia e materia, ed esporta entropia;
2. l'ordine interno aumenta (o si mantiene) solo a prezzo di dissipazione verso l'esterno;
3. i processi di crescita, rigenerazione, sviluppo embrionale sono traiettorie in cui l'organismo attraversa stati sempre più strutturati.

In termini informativi, si può dire che un sistema sintropico riduce l'incertezza sul proprio stato futuro (minimizza “surprise”, free energy); aumenta i vincoli e le correlazioni tra sottosistemi (mutual information più alta, meno gradi di libertà effettivi); seleziona, tra le tante traiettorie possibili, quelle che mantengono la struttura globale e la capacità di adattamento [3].

La sintropia di Fantappiè può essere letta come un principio variazionale; a significare che i sistemi viventi tendono verso regioni dello spazio degli stati in cui l'ordine (inteso come informazione strutturata) cresce, pur rispettando la

termodinamica globale. In questo linguaggio, non c'è bisogno di evocare “cause dal futuro”, ma basta riconoscere che vincoli strutturali (genoma, architettura di reti, geometria tissutale) e campi di forze (chimici, meccanici, elettrici) restringono lo spazio delle traiettorie possibili, in modo che alcune configurazioni, più ordinate e più funzionali, vengano selezionate.

È proprio su questo tipo di vincoli che può giocare un sistema come il PVS.

## ***5 La matematica serve alla biologia complessa***

Nonostante i progressi spettacolari della biologia molecolare, resta aperta una domanda centrale: come fanno le cellule a scambiarsi le informazioni, e quando decidono di rispondere ai segnali del microambiente?

Qui la matematica non è decorazione, ma è il sistema per trasformare intuizioni in modelli ben definiti, in predizioni quantitative e in criteri di falsificazione.

Un metodo trasferibile, ispirato sia alla fisica teorica sia alla biologia dei sistemi, può essere riassunto in quattro punti:

### *1. Definire il modello*

- quali variabili (concentrazioni, potenziali, intensità di flusso)?
- a quale scala (molecola, cellula, tessuto)?
- con quali simmetrie e vincoli (conservazione, causalità, confini)?

### *2. Derivare predizioni falsificabili*

- cosa deve succedere se il modello è giusto?
- quali parametri chiave si possono misurare?

### *3. Controllare la coerenza fisica*

- la produzione di entropia è  $\geq 0$ ?
- i segnali non viaggiano più veloci della luce?
- la risposta non viola bilanci di massa/energia/carica?

### *4. Confronto con i dati*

- esperimenti mirati, con controlli e stime d'incertezza;
- se i dati smentiscono il modello, lo si modifica o lo si abbandona.

In biologia moderna, ogni cellula può essere vista come un punto in uno spazio ad altissima dimensionalità (trascrittoma, proteoma, metaboloma) [1,2]. Tecniche come PCA, UMAP, t-SNE permettono di comprimere questi iperspazi e riconoscere

“attrattori” (stati stabili, destini cellulari, sottotipi funzionali). Questo è un esempio di come la matematica, usata bene, non aggiunge confusione, ma aiuta a vedere l’ordine nascosto nei dati.

Quando consideriamo i processi biofisici, tunneling protonico, trasferimento elettronico a distanza, “water wires” protonici, reazioni spin-dipendenti, selettività di spin indotta dalla chiralità, propagazione di luce in mezzi torbidi, la matematica è indispensabile per non cadere in semplificazioni ingenuie [3–5].

Lo stesso vale per i tessuti, per strutture come collagene, acido ialuronico e reti polielettrolitiche che non si lasciano descrivere da una sola legge semplice (es. effetto Donnan). Servono modelli poro-elettro-meccanici che includano trasporto ionico, deformazioni, vincoli meccanici [4].

In sintesi, se volessimo parlare seriamente di PVS, sintropia, biofotoni, dobbiamo usare questo tipo di strumenti e non solo analogie.

## ***6 PVS come sottosistema sintropico: ipotesi di lavoro e test***

Alla luce dei modelli matematici e della termodinamica dei sistemi aperti, possiamo proporre, come ipotesi di lavoro, il Primo Vascular System che agisce come sottosistema sintropico, ossia come rete che contribuisce a mantenere ordine e coerenza in un organismo aperto e dissipativo, canalizzando flussi di materia, energia e informazione. Cosa sappiamo oggi, in modo relativamente consolidato?

- Il PVS è descritto come una rete di duttuli e nodi (distinta da quella del sistema circolatorio e linfatico) osservata in diversi modelli animali e in alcuni studi sull’uomo [7–11].
- Il Primo Fluid è ricco di acido ialuronico e contiene acidi nucleici, proteine, aminoacidi, mononucleotidi e cellule staminali; la rete HAR-NDS suggerisce funzioni di immunità innata ed ematopoiesi [12,13].

Se questa rete stabilisce una connettività fine tra compartimenti tissutali, con flussi di liquido ricco di acido ialuronico e carichi molecolari (DNA/RNA, cellule staminali), allora potrebbe avere tre effetti “sintropici”:

1. *Smorzamento delle fluttuazioni locali.* Possibile grazie alle proprietà viscoelastiche e idrauliche dell'acido ialuronico, che “distribuisce stress” e stabilizza gradienti.
2. *Instradamento selettivo di segnali immuno-metabolici.* Facilitando una coordinazione più rapida e fine tra distretti tissutali.
3. *Facilitazione di riparazione/rigenerazione.* Ospitando cellule staminali e materiale genetico in grado di contribuire alla ricostruzione locale in caso di danno [9,13].

Tradotto nel linguaggio della sintropia il PVS potrebbe ridurre la produzione di entropia locale a parità di lavoro utile (maggiore efficienza di riparazione e mantenimento); potrebbe aumentare l'informazione condivisa tra distretti (maggiore mutual information e coerenza dinamica).

Ma tutto ciò resta un'ipotesi, se non viene tradotto in predizioni falsificabili. Quindi, cosa dovrebbe accadere se il PVS fosse davvero sintropico?

Per rendere la tesi esposta qualcosa di più di una bella narrazione, occorre individuare test concreti. Tali esperimenti, ovviamente, vanno progettati con grande prudenza ed etica, soprattutto nei modelli animali. Seguono alcuni esempi.

#### *Entropia locale e stabilità di pattern.*

Nei distretti corporei in cui il PVS è più rappresentato (es. lungo alcuni meridiani), a parità di condizioni e di “lavoro biologico” svolto (riparazione, rimodellamento) ci si deve aspettare:

- a) una minore produzione di calore (stima indiretta della produzione di entropia);
- b) una maggiore stabilità e robustezza di pattern dinamici (oscillazioni metaboliche, potenziali elettrici, gradienti protonici).

In pratica, a parità di stimolo, il tessuto “collegato” dal PVS dovrebbe consumare energia in maniera più efficiente e mantenere pattern più stabili rispetto a un tessuto di controllo.

### *Informazione e coordinamento*

Registrazioni multicanale, come ad esempio:

- a) segnali elettrici a bassa frequenza;
- b) micro-variazioni meccaniche (elasto-OCT, Brillouin);
- c) emissioni fotoniche ultra-deboli (UPE), che dovrebbero mostrare una maggiore mutua informazione e/o coerenza spettrale tra regioni collegate dal PVS rispetto a coppie di regioni non collegate.

Se il PVS fosse davvero un canale di coordinamento, la sua presenza deve “lasciarsi vedere” in termini di maggiore sincronizzazione tra i segnali di distretti remoti.

### *Esperimenti di perturbazione reversibile*

Interventi mirati sull'architettura del PVS, come ad esempio:

- a) perturbazione viscoelastica mediante ialuronidasi locale a dosi controllate;
- b) micro-occlusioni reversibili di dotti; che dovrebbero aumentare la dissipazione (più calore, meno efficienza di riparazione); oltre che ridurre indici di ordine (coerenza dei segnali, capacità rigenerativa).

In tutti e tre i casi, se i dati non mostrassero differenze significative, l'ipotesi sintropica andrebbe ridimensionata o abbandonata. È il prezzo, e il pregio, della scienza.

Sono degni di menzione anche metodi ad elevata sensibilità e specificità, molti dei quali oggi disponibili e che consentirebbero di passare dall'idea vaga di “rete sottile informazionale” a test quantitativi; o si osservano gli effetti attesi, o si è costretti a cambiare teoria.

- *Imaging label-free per struttura e meccanica* – OCT elastica, microscopia Brillouin, microscopia a contrasto di fase quantitativo, Raman confocale.
- *Microfluidica e traccianti inerti* – per misurare permeabilità e portata nei dotti del PVS, comparandoli con vasi arteriosi, venosi e linfatici.

- *Omiche del Primo Fluid* – quantificazione di acido ialuronico, proteomica, analisi degli acidi nucleici (liberi e vescicolari), con controlli di contaminazione ematica/linfatica.
- *Calorimetria locale e termografia ad elevata risoluzione* – per stimare la produzione di calore (entropia) durante processi riparativi o in risposta a stimoli.
- *Analisi informazionale* – stima di entropie, mutual information, transfer entropy, coerenza spettrale tra serie temporali di segnali (elettrici, meccanici, ottici) in tessuti collegati o meno dal PVS.

### **7 Biofotoni, elettricità biologica e PVS: tra ipotesi e cautele**

In questo scenario, la biofotonica aggiunge un tassello affascinante. È noto da decenni che le cellule e i tessuti viventi emettono fotoni ultra-deboli (UPE) nel visibile e nel vicino UV, legati a processi ossidativi e stati elettronici eccitati [15]. Tanto che, Sung Jang Chung ha proposto di leggere il PVS in chiave quantistica, immaginandolo come una rete capace di convogliare segnali debolissimi di “luce biologica” [17]. L’ipotesi, in forma semplice, è la seguente: piccoli granuli di DNA (p-microcell, sanal), che eccitati potrebbero emettere biofotoni; questi ultimi si propagherebbero lungo i dotti Bonghan/Primo Vessels; la propagazione influenzerebbe organi interni e cervello; gli stimoli usati in agopuntura potrebbero modulare tale segnale, a patto di disporre di una mappa affidabile della rete.

Studi di Dotta e Persinger hanno mostrato, ad esempio, aumenti di emissione fotonica dal cranio in soggetti che immaginano luce bianca, con intensità intorno a  $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup> [16]. Il quadro che ne deriva è suggestivo: DNA come antenna, PVS come guida d’onda, agopunti come “porte di accesso”.

Tuttavia, i modelli ottici dei tessuti ci impongono prudenza; infatti i mezzi biologici sono torbidi e assorbono luce; la propagazione è diffusa e non collimata; solo in presenza di strutture guida ben definite (fibre, canaline, cavità) la direzionalità può essere conservata [3].

In casi speciali, strutture organizzate (tubi ricchi di collagene, acido ialuronico, interfacce con indice di rifrazione differente) potrebbero assumere la funzione di guida d’onda morbida; ma questo va dimostrato con:

- misurazioni dirette di UPE lungo strutture PVS-like;
- filtraggio spettrale;



- controlli ottici rigorosi;
- modelli di trasporto radiativo anisotropo.

In termini sintropici, i biofotoni sono interessanti non tanto come “energia magica”, ma come marker di stato: variazioni di intensità, spettro, coerenza possono riflettere cambiamenti nel metabolismo, nell’ordine redox e, quindi, nell’assetto di vincoli che mantengono l’organismo in equilibrio dinamico. Se il PVS contribuisce davvero a organizzare tali vincoli, la biofotonica potrebbe fornire un canale di osservazione privilegiato per accorgersene.

### ***8 Embriologia e campi: una prospettiva sintropica***

Il PVS si colloca naturalmente vicino all’embriologia perché è stato spesso messo in relazione con i meridiani di agopuntura; con i centri organizzativi embrionali; con le aree a bassa resistenza elettrica e alta densità delle gap junctions. In chiave sintropica, questi centri non sarebbero solo “punti che rispondono bene agli aghi”, ma nodi di campo attraverso cui fluiscono informazione e vincoli che orientano la forma: durante lo sviluppo, la rigenerazione, la guarigione.

Se, come scrive Blechschmidt, “le funzioni di crescita precedono tutte le funzioni più avanzate”, allora sistemi come il PVS potrebbero essere parte dell’infrastruttura fisica di queste funzioni: una trama fine che lega movimento di crescita, distribuzione di nutrienti, campi elettrici tissutali, segnali biochimici e, forse, segnali fotonici ultra-deboli. In termini di Fantappiè, sarebbe uno dei luoghi in cui la sintropia, intesa come tendenza verso ordine e coerenza, si fa visibile e misurabile.

Per concludere, il filo che unisce i su menzionati scienziati, PVS, i biofotoni e i modelli matematici è un invito a cambiare visione senza perdere il rigore; usare concetti come sintropia per parlare di ordine, finalità apparente, coerenza, ma, al tempo stesso, tradurre queste idee in modelli matematici e ipotesi falsificabili. Bisogna riconoscere che il paradigma puramente meccanicistico non basta più per descrivere i viventi.

Trattare il PVS come sottosistema sintropico, in senso termodinamico-informazionale, è un perimetro teorico plausibile e fecondo: suggerisce cosa misurare, quali esperimenti fare, che tipo di firme cercare in termini di entropia, informazione, coerenza dei segnali. La tesi diventerà scientificamente solida solo se è accompagnata

da misure quantitative robuste; se confermata da esperimenti di perturbazione e ripristino; se replicata da gruppi indipendenti.

In caso contrario, alcune ipotesi cadranno, altre si modificheranno. È così che la sintropia, da parola visionaria, potrebbe diventare, almeno in parte, un concetto operativo per la biologia del XXI secolo: l'ipotizzata biologia quantistica.

Il passo successivo non è “crederci”, ma è misurare.

### ***Bibliografia***

1. Stapp HP. Despised Dualism. In: Mindful Universe. The Frontiers Collection. Springer, 2011. doi:10.1007/978-3-642-18076-7\_12.
2. Hawking, S. (2001). The Illustrated Brief History of Time. New York: Bantam Books.
3. Friston K. The free-energy principle: a unified brain theory? Nat Rev Neurosci. 2010; 11(2):127-138. doi: 10.1038/nrn2787.
4. Goldbeter A. Dissipative structures in biological systems: bistability, oscillations, spatial patterns and waves. Philos Trans A Math Phys Eng Sci. 2018;376(2124):20170376. doi:10.1098/rsta.2017.0376.
5. Prigogine I. Time, structure, and fluctuations. Science. 1978;201(4358):777-85. doi:10.1126/science.201.4358.777.
6. Nicolis G, Prigogine I. Self-Organization in Nonequilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order through Fluctuations. New York: Wiley; 1977.
7. Kim HG. Essential Experimental Methods for Identifying Bonghan Ducts and Primo Vascular System. J Acupunct Meridian Stud. 2015;8(3):122-125. doi: 10.1016/j.jams.2014.10.004.
8. Soh KS. 50 Years of Bong-Han Theory and 10 Years of Primo Vascular System. Evid Based Complement Alternat Med. 2013; 2013:587827. doi:10.1155/2013/587827.
9. Stefanov M, Kim J. The Primo Vascular System as a New Anatomical System. J Acupunct Meridian Stud. 2013;6(6):331-338. doi: 10.1016/j.jams.2013.10.001.
10. Stefanov M. Critical review and comments on B.H. Kim's work on the primo vascular system. J Acupunct Meridian Stud. 2012;5(5):241-247. doi: 10.1016/j.jams.2012.07.008.

11. Cai DJ, Li L, Chang XR, Lu WP. Review and Comment on the Relationship between Primo Vascular System and Meridians. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2013; 2013: 372867. doi:10.1155/2013/372867.
12. Choi BK, Hwang SH, Kim YI, Singh R, Kwon BS. The hyaluronic acid-rich node and duct system is a structure organized for innate immunity and mediates the local inflammation. *Cytokine*. 2019;113: 74-82. doi: 10.1016/j.cyto.2018.06.011.
13. Hwang S, Lee SJ, Park SH. Nonmarrow hematopoiesis occurs in a hyaluronic-acid-rich node and duct system in mice. *Stem Cells Dev*. 2014;23(22):2661-2671. doi:10.1089/scd.2014.0143.
14. Kang KA. Historical Observations on the Half-Century Freeze in Primo Vascular System Research. *J Acupuncture Meridian Stud*. 2013;6(5):255-260. doi: 10.1016/j.jams.2013.04.006.
15. Bohm, D. (2006). *Wholeness and the Implicate Order*. New York: Rutledge.
16. Dotta, B. T., & Persinger, M. A. (2011a). Increased Photon Emissions from the Right but Not the Left Hemisphere While Imagining White Light in the Dark: The Potential Connection between Consciousness and Cerebral Light. *Journal of Consciousness Exploration & Research*, 2, 1463-1473.
17. Chung, S. J. (2016). The Science of the Five Elements in the Evolution of Humanity: Primo Vascular System (Bonghan Circulatory System). *Open Journal of Philosophy*, 6, 68-85. <http://dx.doi.org/10.4236/ojpp.2016.61008>
18. Sup Soh. 2004. "Bonghan Ducts on the Surface of Rat Liver." *Journal of International Society of Life Information Science* 22(2): 469-72.
19. Avijgan, Majid and Mahtab Avijgan. 2013. "Can the Primo Vascular System (Bong Han Duct System) Be a Basic Concept for Qi Production?" *International Journal of Integrative Medicine* 1(20): 1-10.
20. Frey-Wyssling A. *Die submikroskopische Struktur des Cytoplasmas*. Protoplasmatologia, Cell Biology Monographs, Bd. 2A2. Springer, Wien, 1955.
- 20a Frey-Wyssling A. «Der Feinbau der Zellwände.» *Die Naturwissenschaften* **28**, 385–394 (1940).
- 20b Frey-Wyssling A. *Submicroscopic Morphology of Protoplasm*. 2nd English ed. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1953. ([Internet Archive](#))
- 20c Frey-Wyssling A. "Submicroscopic Morphology of Protoplasm and Its Derivatives", 1948, ([geca.area.ge.cnr.it](http://geca.area.ge.cnr.it))
- 20d Frey-Wyssling A. *Submikroskopische Morphologie des Protoplasmas und seiner Derivate*. Protoplasma Monographien 15, Berlin, 1938. ([OuCi](#))

- 20e Frey-Wyssling A. «Der Feinbau der Zellwände.» *Die Naturwissenschaften* **28**, 385–394 (1940).
- 21 Ma W, Irving TC. Small Angle X-ray Diffraction as a Tool for Structural Characterization of Muscle Disease. *Int J Mol Sci*. 2022 Mar 11;23(6):3052. doi: 10.3390/ijms23063052. PMID: 35328477; PMCID: PMC8949570.
- 22 Schmitt F.O., et al. “Recent X-ray Diffraction and Electron Microscope Studies of Striated Muscle.” ([ResearchGate](#))
- 23 Pollack G.H. «Is the Cell a Gel—and Why Does It Matter?» *Jpn J Physiol* **51**, 649–660 (2001). ([J-STAGE](#))
- 23a Gerald Pollack. *The Fourth Phase of Water : Beyond Solid, Liquid, and Vapor*. 2013

### ***Altri riferimenti utili***

- Arthur Firstenberg. *The Invisible Rainbow. A History of Electricity and Life*. Chelsea Green Publishing, 2017.
- Baik, Ku-Youn, et al. 2004. “Histological Aspect of Threadlike Structure Inside Blood Vessel.” *Journal of International Society of Life Information Science* 22(2): 473-76.
- Baik, Ku-Youn, et al. 2004. “Bonghan Ducts and Corpuscles with DNA-contained Granules on the Internal Surfaces of Rabbits.” *Journal of International Society of Life Information Science* 22(2): 598-601.
- Vodyanoy V. Primo-Vascular System as Presented by Bong Han Kim. *Microsc Microanal*. 2015;21(4):941-953. doi:10.1017/S1431927615000531.
- Jung SJ, Bae KH, Nam MH, Kwon HM, Song YK, Soh KS. Primo vascular system floating in lymph ducts of rats. *J Acupunct Meridian Stud*. 2013;6(6):306-318. doi: 10.1016/j.jams.2013.09.001.