

Biodiversità *Prospettica*

Alcune riflessioni epistemologiche¹ ed ermeneutiche²

Donato Matassino^{*,**}, Aldo Di Luccia^{***}, Caterina Incoronato^{**}, Mariaconsiglia Occidente^{**}

Con questo numero inizia l'interessante trattazione del tema che il professor Matassino proseguirà nei prossimi numeri.

Nel contesto del dibattito *epistemologico ed ermeneutico* coinvolgente le scienze della vita, lo studio della *biodiversità*, con particolare riguardo alla comprensione dei meccanismi biochimico-fisici influenzanti la variabilità delle forme viventi ai vari livelli organizzativi, emerge in tutta la sua complessità e si arricchisce di nuovi significati. Tale complessità, già evidente nelle definizioni stesse di *biodiversità*³, è notevolmente accresciuta in una moderna visione organica in cui la vita percepita a livello *macroscopico* andrebbe interpretata anche alla luce di ciò che si suppone avvenga a livello *microscopico*. Il presente contributo si articolerà in più note:

(a) nella *prima* saranno evidenziate alcune nuove acquisizioni della fisica applicate alla *complessità irriducibile* dei sistemi viventi, con particolare riferimento all'*attività microscopica*, all'*attività*

subatomica, nonché alla *bioinformazione* e ai *fenomeni biofisici*;

(b) nelle *successive*, sarà affrontata la tematica della biodiversità alla luce di una nuova visione derivante dalle suddette acquisizioni della fisica integrate dai risvolti problematici posti dalle nuove conoscenze sul funzionamento sia del genoma sia soprattutto della *informazione epigenetica* che si concretizza in un numero non definibile di *feni* diversi, compatibili con il contesto *bioterritoriale* ove ciascun *fene* si esprime.

Le scienze della vita catturano sempre più attenzione della comunità filosofica

Dalla visione prettamente strutturale, tipica del '700 si è passati a una fortemente basata sull'organizzazione funzionante della struttura vivente, inserita più o meno armonicamente in un determinato microambiente fino a giungere a una visione in cui forte attenzione viene data al funzionamento della cellula (*teoria cellulare*)⁴. Dalla seconda metà del '900, le scienze della vita catturano sempre più l'attenzione della comunità filosofica internazionale, aprendo un vivo dibattito *epistemologico ed ermeneutico* interessante argomenti che spaziano dalla biologia evoluzionistica alla biologia molecolare, all'ecologia, all'etologia, alle neuroscienze, alla biofisica, ecc..

Rahner K. (1969) suggerisce approcci in grado di porre fiducia in un vero e proprio *statuto ermeneutico* della ragione umana, basato non su logiche tendenzialmente deterministiche, ma aperte anche all'eventualità del caso.

Jacob F. (1978) ipotizza che *“la selezione naturale opera non come un ingegnere ma come un ‘bricoleur’, il quale non sa esattamente cosa produrrà, ma che recupera tutto quello che trova in giro: spesso, senza progetti a lungo termine; il ‘bricoleur’ dà ai suoi materiali funzioni non previste per la produzione di un nuovo oggetto. L'evoluzione si comporta come un ‘bricoleur’ che nel corso di milioni e milioni di anni rimaneggia lentamente la*

1 **Epistemologia:** termine composto dalle parole greche *ἐπιστήμη* = **conoscenza scientifica** e *λόγος* = **discorso**; esso indica quella parte della gnoseologia che studia la natura e il valore della conoscenza scientifica; più precisamente, indagine critica non sul contenuto di una singola scienza, ma sulla forma e sulla struttura logica della scienza.

2 **Ermeneutica:** dal greco *ἑρμηνευτική* traducibile come *l'arte di interpretare i significati nascosti*; nel senso più ampio, si intende qualsiasi tecnica che permetta di interpretare un testo, un documento, un'epoca storica e qualsiasi altro discorso o segno. Un ulteriore aspetto di questa accezione del termine nel pensiero contemporaneo può essere colto dall'originale etimologia suggerita da Heidegger M. (1889 - 1976). «L'espressione *ermeneutico* — Egli scrive — deriva dal verbo greco *ἐρμηνεύω* (*ermeneúō*) che si collega al sostantivo *ἑρμηνεύς* (*ermeneia*), a sua volta, connesso al nome del Dio *Erme* (*messaggero degli Dei*). Con la connessione etimologica tra ermeneutica ed *Erme*, Heidegger vuole sottolineare come nell'ermeneutica si celi un significato più profondo del parlare e del dire che va anche oltre la necessaria analisi delle condizioni della comprensione umana (da: Dizionario Enciclopedico Interdisciplinare di Scienza e Fede, 2002).

3 **Biodiversità:** viene definita come *“...la variabilità della vita e dei suoi processi includente tutte le forme di vita, dalla singola cellula agli organismi più complessi, a tutti i processi, ai percorsi e ai cicli che collegano gli organismi viventi alle popolazioni, agli ecosistemi e ai paesaggi”* (DG AGR1, 1999) o come *“la varietà di tutti gli organismi viventi: piante, animali e microrganismi, l'informazione genetica che contengono e gli ecosistemi che formano e di cui fanno parte”* (G8, L'Aquila 2010).

4 **Teoria cellulare:** teoria formulata nel 1839 da due biologi tedeschi Schwann T. (1810 - 1882) e Schleiden M. (1804 - 1881) e affermatasi grazie al medico tedesco Virchow R. (1821 - 1902), il quale ritiene che per affrontare terapeutamente una malattia bisogna intervenire a livello, prima di tutto, del funzionamento della cellula.

* *Professor Emeritus - Genetic improvement in Animal production*

** ConSDABI (Consorzio per la Sperimentazione, Divulgazione e Applicazione di Biotecnologie innovative) - Sub National Focal Point italiano della FAO (Sub NFPI - FAO) (biodiversità mediterranea) - Contrada Piano Cappelle - 82100 Benevento - Tel.: 0824 334300; fax: 0824 334046; email: consdabi@consdabi.org; Internet: <http://www.consdabi.org/>.

*** Dipartimento di Scienze degli Alimenti (DiSA) - Università degli Studi di Foggia - via Napoli 25 - 71100 Foggia - Tel/ fax: 0881 589243; email: a.diluccia@unifg.it.

sua opera, ritocandola continuamente, tagliando da una parte, allungando da un'altra, cogliendo tutte le occasioni per modificare le vecchie strutture in vista delle nuove funzioni". Questo concetto jacobiano trova le sue fondamenta sul principio di indeterminazione (Heisenberg V.K., 1927), sul paradosso di Epimenide (VI secolo a.C.) e sul teorema di incompletezza di Gödel K. (1931).

Haraway D. (1990) ritiene che il rapporto fra politica e vita passa per un filtro biotecnologico che ne scompare i termini prima di riaggregarli in una combinazione inafferrabile da parte dell'apparato categoriale foucaultiano⁵; realtà che porta Esposito R. (2002) a ritenere la non esistenza ormai di un corpo come dato biologico acquisito.

Con l'era post industriale, la frattura epistemologica si realizza secondo una visione innovativa dei canoni che sottendono la vita bio-socio-economica dell'umanità. Questa frattura si concretizza in una parte della società che conserva uno stile di vita conforme alla tradizione e in un'altra che adotta un comportamento di grande apertura verso canoni, i cui contenuti sono oggetto di cambiamenti continui, per cui - in realtà - le famose onde lunghe dello storico Braudel F. (1902-1985) diventano sempre più brevi e interdipendenti (de Masi D., 1998).

Mayr E. (2004), interrogandosi sui fondamenti epistemologici delle scienze della vita, ritiene che la biologia non possa essere ridotta a una serie di eventi chimico-fisici, ma che essa debba essere integrata da una notevole dimensione storica del processo evolutivo. Inoltre, Egli - da convinto darwiniano - evidenzia alcune implicazioni:

- (a) la improponibilità di una visione statica dell'Universo;
- (b) l'insostenibilità della teoria creazionista;
- (c) la possibilità di spiegare il disegno del mondo in termini di processo materialistico;
- (d) la necessità di rifiutare sia la teleologia cosmica sia l'antropocentrismo.

Matassino D. (2001) sostiene che l'interdipendenza fra uomo e altri componenti la natura è difficile da confutare. Il pluralismo è conducibile a due correnti di pensiero: Anti-anthropocentrismo⁶ e Anthropocentrismo⁷. Parafrasando alcune riflessioni di Battaglia L. (1998), è possibile riconoscere uno "status" morale a tutti i componenti del cosmo? Limitatamente alla biosfera del pianeta terra, l'egualitarismo interspecifico può ritenersi davvero il postulato più idoneo per estendere i confini della comunità morale? Le risposte potrebbero essere in quella branca della filosofia morale di oggi che è l'etica della cura. Questa etica, però, coincide con il noto imperativo morale dell'alterità o del prossimo umano o della solidarietà, cioè di preoccupazione per il benessere di un altro senza riscontro di reciprocità.

5 Foucault M. (1926 - 1984): realizzatore di un progetto storico genealogico già propugnato da Nietzsche, il quale evidenziava che, nonostante ogni storicismo, continuava a mancare una storia della follia del crimine e del sesso. La sua teorizzazione è basata su un modello panottico [termine derivante da πας- πασα- παν = tutto e da una forma (con radice στ) del verbo οραω = vedere] di Bentham J. (1791), che può essere considerato un vero e proprio paradigma della società moderna; un modello panottico è un nuovo modo per ottenere potere mentale sulla mente in maniera e in quantità mai vista prima.

6 Anti-anthropocentrismo: comprende l'etica della terra, l'ecocentrismo, il biocentrismo, l'etica dei diritti della natura, l'ecofemminismo, il deep ecology movement e il pluralismo.

7 Anthropocentrismo: comprende l'antropocentrismo forte, la cow-boy ethics, l'antropocentrismo moderato, l'utilitarismo, l'etica della responsabilità e l'etica ambientale cattolica.

Purtroppo, il pianeta terra si sta avviando verso rapporti sempre più 'virtuali' e sempre meno 'virtuosi' fra ed entro le comunità di uomini (Matassino D., 2001). Fuschetto C. (2010) ripropone Darwin C. come "il vero iniziatore della frattura epistemologica moderna", nel senso di una trasfigurazione darwiniana della natura umana, che, da luogo di un'essenza ontologicamente fissata, diventa luogo di un'essenza in costante ridefinizione". Tale dinamicità spazio-temporale porta questo Autore a considerare l'apporto darwiniano in grado di tradurre la materialità del biologico nella immaterialità dello spirituale. Questo nuovo paradigma conduce a un profondo dibattito che trova il suo momento olistico nella percezione della natura come un'entità dipendente dalla imprevedibilità del tempo che può condurre a ciò che Darwin C. (1859) chiama fabbricazione di razze e di specie; concezione che induce a considerare Darwin C. l'inventore di una grammatica biotecnologica del vivente. In questa ottica, Darwin C. può essere considerato un antesignano del nuovo episteme: la ecotecnica, termine concettualmente sviluppato da Nancy J. L. (2002) nel senso che la vita è ampiamente condizionata dalla tecnica, quindi è in atto un'inarrestabile corsa verso un transumanesimo tutto da interpretare e da definire nei suoi effetti bio-etico-socio-politico-economici. Per un approfondimento sul transumanesimo e sul postumanesimo si rinvia a Marchesini R. (2002a e b) e a Farisco M. (2008). A tutt'oggi, dal dibattito epistemologico ed ermeneutico non sono esonerati i concetti di bioinformazione che fa capo al genoma e all'epigenoma per ciò che riguarda i fenomeni biofisici e bioenergetici.

Manifestazione fenotipica e attività microscopica o subatomica

L'elevato interesse della ricerca per il settore zootecnico deriva dal ruolo fondamentale che lo stesso riveste in agricoltura; settore che, come tutti gli altri, deve continuamente aggiornarsi sulla base delle nuove acquisizioni scientifiche da utilizzare secondo una visione sistemica (Von Bertalanffy L., 1940; Bettini T.M., 1970; Matassino D., 1984) che, nel settore biologico-molecolare, è uno dei paradigmi fondamentali in grado di fornire un razionale tentativo di discriminare l'intricato biochimismo di una manifestazione fenotipica o carattere⁸. Il carattere (o manifestazione fenotipica) è funzione degli effetti di diversi piani organizzativi (subatomico, submolecolare, molecolare, cellulare, tissutale, organico, organismico, biocenotico, ecosistemico) e per una sua comprensione non può non considerarsi il progredire delle conoscenze dell'aspetto fenotipico specialmente per quanto concerne la qualità salutistica del prodotto finito, considerato nei suoi molteplici e innumerevoli effetti sul benessere del consumatore (Matassino D. et al., 2007a). L'evoluzione delle conoscenze sta sollecitando una visione basata, in un quadro d'insieme, su una genomica ove non sono più i soli segmenti di DNA gli unici protagonisti del processo ereditario ma anche le reti regolatrici che ne governano l'espressione. Segmenti di DNA e proteine vanno considerati costituenti di una vera e propria rete cibernetica includente - tra l'altro - fenomeni biofisici

8 Carattere o manifestazione fenotipica: manifestazione di qualsiasi natura (biochimica, chimica, fisiologica, metabolica, somatica, psichica, ecc.) quale espressione dell'informazione genetica di cui un essere vivente è dotato, in un determinato microambiente. Alcuni aspetti della semantica del carattere sono riportati in seguito.

e bioenergetici in relazione all'importanza che si attribuisce alle componenti subatomiche nonché alla dinamica del flusso energetico prodotto e trasmesso da elettroni, da atomi e da molecole costituenti cellule, tessuti e organi; flusso energetico che, perturbato per una qualsiasi ragione, è responsabile di un'alterazione dell'omeostasi (Matassino D., 1989, 1996). Con l'applicazione dei soli principi che sottendono la chimica e la fisica di base dei processi biologici, risulta molto difficile – se non impossibile – spiegare il fenomeno della concatenazione delle reazioni chimiche specifiche e il loro coordinamento funzionale ordinato nei complessi meccanismi di un sistema biologico irriducibilmente complesso; per accedere a certi livelli di realtà in cui emergono *fenomeni tipicamente complessi*, l'approccio galileiano e newtoniano è parziale e non sufficiente per affrontare e per risolvere le problematiche che invece richiedono un approccio *olistico*. Sebbene le continue acquisizioni evidenzino l'importanza delle *strutture subatomiche e atomiche* nei sistemi biologici, il quadro generale si presenta ancora molto complesso; l'uso di *teorie quantistiche* nello studio dei sistemi biologici è ancora poco accettato dalla comunità scientifica. Per riuscire a dare risposte adeguate e concrete la *biologia molecolare* deve adottare, e quindi far propria, una visione che consideri l'importanza delle proprietà chimico-fisiche delle *particelle subatomiche* nonché la rilevanza delle leggi della cinetica molecolare regolanti la loro attività biochimica; attività biochimica, fortemente influenzata dalla presenza dell'acqua a cui, indubbiamente, va attribuito un ruolo preminente. La *fenomenologia biochimica* deve, dunque, poggiarsi sulle leggi della fisica quantistica, nel senso che deve indagare sul comportamento delle *interazioni subatomiche e atomiche* per meglio comprendere le *informazioni molecolari* che consentono alla cellula di combattere contro l'aumento dell'entropia universale: *entropia termodinamica di Boltzmann*⁹ e *entropia statistica o informativa di Shannon*¹⁰ (concettualmente equivalenti ma inversamente proporzionali in relazione al contenuto di informazione). La comprensione delle complesse *proprietà funzionali macroscopiche* non può prescindere dalla conoscenza di un'attività biochimica *microscopica* regolata dalle leggi probabilistiche della *cinetica molecolare* (teoria della *Coerenza Elettrodinamica Quantistica*¹¹); lo studio di una dinamica di base per la materia vivente deve essere attivamente perseguito, pur essendo fortemente dibattuto da anni. Il dibattito *epistemologico ed ermeneutico* riguardante i *fenomeni biofisici e bioenergetici* diviene, dunque, sempre più attuale, dal momento che detti *fenomeni*

costituiscono parte integrante dello studio dei processi vitali di un qualsiasi sistema vivente e *fonte notevole di innovazione* dei sistemi produttivi interessati a una *biopoiesi*. In tale contesto, sempre più cogente è la necessità di collaborazione tra *fisici, biologi, genetisti e altre categorie di studiosi* che, direttamente o indirettamente, gestiscono i sistemi biologici affinché si abbia quella integrazione che possa raggiungere traguardi identificabili con una *visione olistica* di qualsiasi fenomeno della vita, che si concretizza nel fatto che il *fenotipo* è il risultato di infiniti fattori *genetici e ambientali*, quindi *epigenetici*, di un determinato *bioterritorio*¹².

Questa visione è trasferibile anche alla problematica comune della *tutela della biodiversità*, partendo dalla sua conoscenza; biodiversità che si concretizza operativamente in quella che si suole definire *autoctonia*, identificabile con l'insieme dei tipi genetici autoctoni (TGA) e dei tipi genetici autoctoni antichi (TGAA)¹³ presenti in un dato *bioterritorio*. Dato che i TGA e i TGAA sono fornitori di alimenti primari e/o derivati particolarmente ricchi nella loro diversità quantitativa di biomolecole di valore *salutistico*, futuristicamente, per una ottimale gestione degli animali stessi si rende particolarmente cogente interpretare meglio i fenomeni *chimico-fisico-biotici* che sottendono ai diversi aspetti fenotipici degli stessi.

Bioinformazione e fenomeni biofisici

Il dibattito *epistemologico ed ermeneutico* sulla *bioinformazione*, in realtà, inizia a partire dal 1868 - anno di scoperta del DNA (acido desossiribonucleico) a opera di Miescher J.F. - e prosegue con la teoria del fisico austriaco Schrödinger E. (1887-1961); teoria supportante l'ipotesi che un organismo vivente riesce a contrastare il proprio aumento di *entropia* o *disordine* con una spesa energetica sotto forma di calore, assorbendo continuamente *ordine* dall'ambiente esterno, ovvero *entropia negativa*, a scapito di un aumento del *disordine* dello stesso ambiente. Schrödinger E. (1944) allude all'abilità dell'organismo di utilizzare l'energia di cui si alimenta per costruire e per mantenere *ordinata* la propria organizzazione dinamica e - nel saggio "Cos'è la vita" - evidenzia come l'unica modalità *sufficientemente stabile* per tenere insieme gli atomi sia l'*autorganizzazione*¹⁴ in una forma molecolare. L'*entropia negativa* di Schrödinger E. è da identificare con le *scorte di energia mobilizzabile in un sistema spazio-tempo-strutturato* in grado di liberare l'organismo da *vincoli termodinamici*, facendo in modo che detto organismo possa essere sempre pronto oltre che

9 *Entropia termodinamica di Boltzmann*: misura logaritmica della densità di stato $S = -k \ln \Gamma$, ove k è la costante di Boltzmann e Γ è la misura dell'insieme di tutte le possibili disposizioni (o probabilità a livello macroscopico) dei livelli molecolari. L'*entropia* può essere individuata come l'incertezza di definire uno stato macroscopico per cui esiste la massima probabilità di microstati indefinibili; microstati caratterizzati da un'apparente disordine che porta a pensare all'anarchia o a tutti gli aspetti materiali e non materiali (culturali e sociali, esseri viventi umani e non umani). caos che non ha alcuna probabilità di dare un'informazione certa.

10 *Entropia statistica o informativa di Shannon*: misura la quantità di informazione presente in un segnale aleatorio o casuale; in un messaggio è il numero di cifre binarie o bit necessario per codificarlo. L'*entropia* dell'informazione (I) in termini matematici può essere espressa come: $I = k \ln 1/\Gamma = -k \ln \Gamma$, da cui si ottiene: $I = -S$, ove: k è la costante di Boltzmann, Γ è la misura dell'insieme di tutte le possibili disposizioni (o probabilità a livello macroscopico) dei livelli molecolari, S è l'*entropia termodinamica* di Boltzmann.

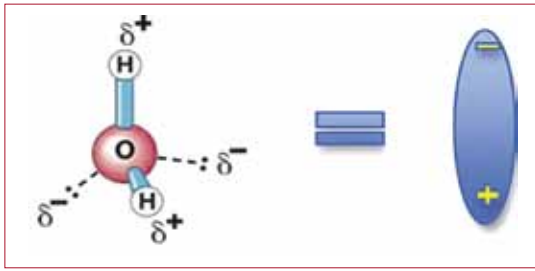
11 *Teoria della Coerenza Elettrodinamica Quantistica*: teoria interessante l'interazione fra campi di materia e campi elettromagnetici ovvero fra sistemi atomici e campi elettromagnetici garantendo un'evoluzione coerente.

12 Il *bioterritorio* o *bioregione* viene definito come "un modello di gestione sostenibile delle risorse naturali di un territorio da parte delle comunità locali" (World Resources Institute, World Conservation Union, FAO, UNESCO, United Nations, 1992). Trattasi di un'area geografica che non ha frontiere amministrative, ma ha caratteristiche omogenee ed è caratterizzata da una notevole quantità di risorse endogene, le quali comprendono tutti gli aspetti materiali e non materiali (culturali e sociali, esseri viventi umani e non umani). Il *bioterritorio* è l'insieme di tutte le risorse utilizzabili. Il significato di *bioterritorio* è stato sviluppato sul concetto di *ruralità multifunzionale sostenibile* nel quale l'agricoltura, in senso lato, è soltanto un piccolo tassello di questo grande mosaico che è la *ruralità*. Ognuno può definire il concetto di *bioterritorio* secondo variabili differenti. Limitare il *bioterritorio* alla razza autoctona o all'area geografica è restrittivo (Matassino D., 2005a).

13 Per TGA viene inteso un tipo genetico presente in un determinato *bioterritorio* da almeno 50 anni, mentre per TGAA la suddetta presenza deve risalire a periodi superiori ai 50 anni, se non secoli (Matassino D., 2005b; Legge Regionale sulla biodiversità n. 15/2000 - Regione Lazio).

14 *Autorganizzazione*: proprietà di sviluppare strutture ordinate da situazioni localmente caotiche.

Figura 1
Molecola
asimmetrica di
acqua generante
un dipolo



a intracomunicare anche a intercomunicare, manifestandosi con un accentuato polifenismo.

L'intuizione di Schrödinger E. (1944) è quella che energia e organizzazione sono argomenti intimamente collegati alla problematica propria della bioenergetica e della biocomunicazione. Tuttavia, l'idea che i sistemi aperti possono autorganizzarsi sulla base del flusso energetico diviene più concreta con la scoperta delle strutture dissipative¹⁵ o strutture termodinamiche lontane dall'equilibrio (Prigogine I., 1967), in cui la maggior parte delle fluttuazioni non determina cambiamenti radicali, come - a esempio - accade per le celle di convezione Bènard¹⁶. Con le strutture dissipative, l'ingresso di energia provocherebbe una transizione di fase verso un ordine dinamico globale, nel quale tutte le molecole e gli atomi del sistema si muoverebbero coerentemente, attuando un ordine sia di natura temporale, come quello realizzato nell'esecuzione di un brano musicale da un'orchestra, sia di natura spaziale distribuendosi con regolarità in un reticolo cristallino. Ciò può dare un'idea di come "l'instabilità di uno stato stazionario dia luogo a un fenomeno di autorganizzazione spontanea della materia". Indubbiamente, il merito di Prigogine I. è quello di aver portato l'attenzione dei ricercatori verso il legame tra ordine e dissipazione dell'energia, discostando lo sguardo dalle situazioni statiche.

Il sistema vivente, pertanto, possiede le condizioni ottimali per una rapida propagazione delle informazioni in tutte le direzioni. Un aspetto importante è che le molecole per agire devono entrare in stati collettivi in cui cooperano; l'agente che determina questa cooperazione è il campo elettromagnetico. Le molecole si muovono e agiscono secondo modelli ben definiti, si collegano tra loro e reagiscono chimicamente attraverso campi elettromagnetici; principio, questo, che è alla base della teoria dei campi quantistici e su cui poggia il modello di Fröhlich H. (1968). Tale modello permette di descrivere qualsiasi sistema biologico a mezzo di una variabile macroscopica identificata con la densità di polarizzazione elettrica; descrizione resa possibile dal fatto che le molecole, in particolar modo quelle dell'acqua, sono dotate di dipolo elettrico ovvero presentano una diversa distribuzione spaziale degli elettroni causante una diluizione elettronica sull'idrogeno (polo positivo) e una concentrazione di elettroni sull'ossigeno (polo negativo) (Figura 1).

L'insieme di dipoli, e in particolare quello dei dipoli magnetici degli elettroni, determina una simmetria rotazionale responsabile nel sistema di una indistinguibilità delle informazioni o di caos. L'ordine e l'informazione associata sarebbero il risultato della mancanza o della rottura della simmetria rotazionale (Vitiello G., 2010).

In presenza di cariche elettriche o di un campo magnetico, la molecola d'acqua, essendo un dipolo è costretta a orientarsi riposizionandosi a ogni inversione del campo. Quando una molecola con caratteristiche elettromagnetiche proprie è posta in acqua, le molecole d'acqua circondano la molecola orientando in maniera opportuna il dipolo (Figura 2). Questo comportamento è responsabile di un'acquisizione di informazioni da parte dell'acqua per effetto di una modifica di orientamento e di una variazione della posizione dei ponti idrogeno: memoria dell'acqua¹⁷, identificabile proprio con la proprietà dell'acqua di conservare memoria delle molecole in essa disciolte ovvero come la proprietà di ricordare una data informazione con la quale entra in contatto (Benveniste J., 1988; Del Giudice E. et al., 1988; Belon et al., 1999; Rey L., 2003; Del Giudice E. e Vitiello G., 2006; Cardella G., 2007). Naturalmente, questa informazione come tale può essere trasferita ad altri mezzi o può aumentare la propria complessità interagendo con altre molecole. Aumentando la complessità molecolare, la struttura acquisisce informazioni specifiche e mirate allo svolgimento di una particolare funzione cellulare. Indubbiamente, le strutture sovramolecolari hanno un ordine superiore rispetto alle molecole semplici e quindi un'entropia termodinamica bassa anche se portatrici di molte più informazioni.

Le proprietà di un sistema dipendono, dunque, dal modo in cui i singoli componenti sono organizzati, ovvero dalla dinamica che regola le loro interazioni. Le funzioni macroscopiche, ovvero le informazioni di un sistema, originano dalla dinamica microscopica (Vitiello G., 2010).

Probabilmente, il modello di Fröhlich fornirà sempre di più le fondamenta delle soluzioni del divenire, avendo come principio fondante il valore dinamismo (anche se tale dinamismo è controllato da vincoli o constraint¹⁸) e contribuirà a interpretare la complessità funzionale di un sistema vivente, essendo quest'ultimo per lo più costituito da molecole di acqua¹⁹ responsabili dell'instaurarsi di campi elettromagnetici, i quali sono in grado di attrarre atomi corisonanti (atomi della stessa specie) e capaci di produrre una oscillazione di tutti gli atomi intrappolati dando luogo a una fase comune all'interno della regione denominata dominio di coerenza o struttura coerente o cluster²⁰. I campi elettromagnetici determinano raggruppamenti in modalità collettive o di cooperazione o eccitazioni

15 *Struttura dissipativa*: struttura contraddistinta da processi autorganizzativi in cui lo stato di disordine, espresso dall'entropia, diventa fonte di ordine.

16 *Cella di convezione Bènard*: struttura che si forma in uno strato sottile di un liquido quando viene riscaldato dal basso con un flusso costante di calore; fenomeno per il quale, con il raggiungimento di una soglia critica di temperatura, i moti convettivi di molecole che si muovono coerentemente subentrano a quelli conduttivi formando strutture a celle esagonali o ad alveare. Queste strutture costituiscono un mirabile esempio di efficienza geometrica quale brillante modello di compartecipazione (Matassino D. et al., 2007b).

17 *Conservazione memoria*: principio su cui si fonda la teoria della medicina omeopatica; nel processo omeopatico, il principio attivo di una sostanza è diluito in acqua milioni di volte; l'acqua, pur non contenendo alcuna molecola del principio attivo, resterebbe improntata dello stesso.

18 *Vincolo*: può essere identificato come "ciò che impedisce quei cambiamenti che sarebbero operati dalla selezione" o, in senso lato, può essere considerato "un fattore che costringe o canalizza i cambiamenti fenotipici in una direzione stabilita dalla storia passata o dalla struttura formale, anziché dal corrente adattamento" (Gould S.J., 1989).

19 *Acqua*: in un organismo vivente essa corrisponde a circa il 70% della massa totale e a circa il 99% del numero totale di molecole.

20 *Struttura coerente o dominio di coerenza o cluster*: struttura avente dimensione di diverse decine di micron nell'ambito della quale milioni di molecole oscillano all'interno di un campo elettromagnetico.

coerenti, propagantisi sia all'interno che all'esterno dell'organismo. Tali campi, intrappolati nei *domini di coerenza* e nelle loro *reti coerenti* producono potenziali elettromagnetici governanti la fase dell'intero sistema; sistema che si identifica con una rete di reazioni biochimiche e una informazione evolventi simultaneamente nel tempo, conducendo al fenomeno dell'*autocoesistenza*. Il ruolo del campo elettromagnetico *coerente e interiorizzato* costituisce il momento di adesione dei sistemi e delle *individualità subatomiche* tra loro. Questo fenomeno permette il *continuum* del sistema *bios*, basato quindi sull'equilibrio *coerenza - non coerenza* identificabile con l'*omeostasi*. A tal proposito, è interessante riportare l'esempio del dinamismo del citoscheletro²¹: quando la cellula muore, il *citoscheletro* si scompagina; comportamento, questo, dovuto alla propagazione di *onde solitoniche*²² sulle catene proteiche (Davydov, A.S. 1982) e fondato sul concetto di *coerenza* tra i componenti elementari delle catene proteiche (Del Giudice E. *et al.*, 1986).

A ogni modo, le *biomolecole* si scambierebbero segnali elettromagnetici sulla base di un codice denominato di *risonanza*; negli interstizi dei *domini di coerenza*, a es. dell'acqua, le molecole disciolte - inizialmente non coerenti - si muovono seguendo il richiamo selettivo dei *domini di coerenza*, fino a costruire membrane dotate di una loro propria coerenza e perciò capaci di attirare, secondo le stesse leggi, altre molecole che, con le loro interazioni chimiche, mutano la natura dei protagonisti (Preparata G., 1995).

Secondo la *Teoria della Coerenza Elettrodinamica Quantistica*, il funzionamento della cellula dipende da interazioni meccaniche a *energia continua*, nonché da flussi elettrici ed elettrochimici; cellule e tessuti, interconnessi da *biofotoni*²³, costituiscono il sistema vivente; questo sistema può essere considerato l'esempio più eclatante di un *ponte d'acqua* (acqua che si tiene insieme senza bisogno di un recipiente che la confina) e non di una *"pozzanghera" d'acqua*. La visione del sistema vivente quale complesso *coerente* sfaterebbe il pregiudizio di pensare che gli avvenimenti siano il risultato di *azioni indipendenti* delle biomolecole presenti nella cellula. La materia vivente non può essere considerata solo come un *insieme di componenti molecolari*, ma deve essere concepita come *molecole oscillanti in sintonia con un campo elettromagnetico confinato all'interno di un dominio di coerenza*. In altre parole, questo significa che la *dinamica quantistica* genera tra i componenti elementari (i dipoli elettrici dell'acqua e delle biomolecole) correlazioni su grandi distanze.

Aspect A. (1982)²⁴ dimostra che l'Universo è un *immenso ologramma*²⁵ con *vincoli sull'informazione* o

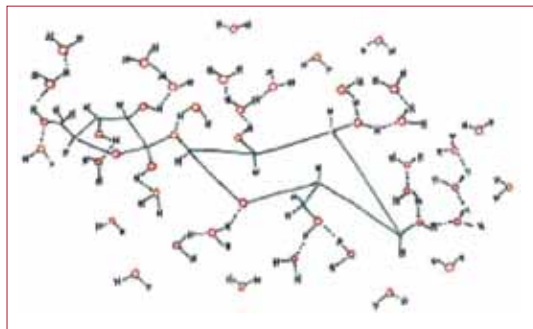


Figura 2
Orientamento delle molecole di acqua in presenza di una molecola polare; le linee tratteggiate indicano i ponti idrogeno.

*vincoli olografici*²⁶. Questi vincoli superano di gran lunga sia la densità di informazione dei cromosomi (dato che la loro conformazione non è adeguata a soddisfare i requisiti richiesti dalla teoria olografica) sia la capacità di informazione di qualsiasi tecnologia (cd, biblioteca, internet) (Bekenstein J.D., 2003). Questo concetto è in linea con il principio di *democrazia nucleare* (Chew G., 1966), basato sull'*uguaglianza ontologica* delle particelle subatomiche e in particolare degli adroni²⁷; infatti, Egli ritiene che *"ogni particella aiuti a generare le particelle che in cambio la generano"*. Questo principio di *democrazia nucleare* è condiviso da Gell-Mann M. (1995). La *struttura autoconsistente*, resa possibile dalle forze fornite dagli adroni, corrisponde alla presenza di una determinata *forma di simmetria*, nota come *dualità DHS*²⁸. Sen A. (2000) afferma che *"la scoperta di questa peculiare simmetria di dualità conduce a una sorta di democrazia fra tutte le particelle elementari e composte"*. Pertanto, il principio di *democrazia nucleare*, implementato con quello di *bootstrap* (letteralmente *lacci di scarpone*), sfocia nel concetto di *autoconsistenza* il cui significato può essere così esplicitato: *non solo tutte le particelle adroniche devono essere trattate alla pari* (nessuna è più fondamentale delle altre), *ma tutte possono essere viste come composte da tutte le altre* (Castellani E., 2011); inoltre, quest'Autrice evidenzia che: *"il nesso tra 'democrazia ontologica' e 'simmetria di dualità' non è confinato al mondo degli adroni"*.

A questo punto ci chiediamo:

Domanda. Nel contesto delle teorie inerenti alla *bioinformazione* e ai fenomeni biofisici testé esplicitati, qual è la strategia comportamentale dell'informazione genetica?

Risposta. Indubbiamente, il DNA non è soltanto da considerare *depositario del codice genetico* ma è da ritenere anche il *supervisore attivo* per via elettromagnetica di tutti i processi cellulari.

Schrödinger E. (1944), pur essendo un fisico, manifesta un interesse particolare per la biologia nel senso che la biologia della cellula viene affrontata anche in termini di eventi fisici e chimici. Infatti, l'informazione

21 *Citoscheletro*: fitta e intricata rete di microtubuli, di microfilamenti e di filamenti intermedi, la quale pervade l'interno della cellula modificandosi continuamente: vi sono rami che si formano, altri che si disfano, altri che si protendono in varie direzioni.

22 *Onde solitoniche*: onde responsabili del trasporto non dissipativo di energia all'interno del sistema.

23 *Biofotone*: termine coniato da Popp F.A. (1981) per sottolineare il fatto che nell'emissione di fotoni da parte di un organismo vivente è contenuta una serie di bioinformazioni relative a processi fisici.

24 Aspect A.: fisico che, con la sua *équipe* di ricerca dell'Università di Parigi, ha evidenziato che gli elettroni sottoposti a determinate condizioni, sono in grado di comunicare istantaneamente l'un con l'altro, lasciando ipotizzare che ogni singola particella sia in grado o sappia esattamente le intenzioni operative delle altre.

25 *Ologramma*: nella quotidianità è una particolare fotografia che dà un'immagine tridimensionale (immagine olografica) se opportunamente illuminata; tale tridimensionalità è data dalla distribuzione di aree chiare e scure su una piccola bidimensionale.

26 *Vincolo olografico*: definisce la quantità di informazioni che può essere contenuta in data regione dello spazio; tale concetto - in un certo qual modo - trova una spiegazione nella termodinamica dei *buchi neri* la quale si ritiene che sia in grado di stabilire limiti alla densità di informazioni o di entropia; densità variabile in relazione alle varie circostanze caratterizzanti il sistema in un dato momento.

27 *Adrone*: famiglia di particelle elementari interessate dall'interazione forte; tali particelle sono classificate in: (a) *mesoni* (o *adroni bosonici*), aventi massa intermedia tra quella dell'elettrone e quella del protone; (b) *barioni*, aventi massa da 1.800 a 3.400 volte superiore rispetto a quella dell'elettrone.

28 *Dualità DHS*: proprietà che deve il proprio nome alle iniziali dei tre studiosi che la formularono (Dolen R., Horn D., Schmid C.) nel 1967; essa ha svolto un ruolo determinante per lo sviluppo dei cosiddetti modelli *duali* per gli *adroni*.

contenuta nel DNA viene ritenuta un vero e proprio codice di natura chimica (Olby R. e Schrödinger E., 1971). Indubbiamente, la svolta impressa da Schrödinger E. (1944) nel campo della biologia in chiave molecolare, è da ritenere molto originale.

La possibilità che l'organismo possa utilizzare le radiazioni elettromagnetiche per comunicare è presa in considerazione per la prima volta da Popp F.A. *et al.* (1981), i quali evidenziano l'emissione di una *radiazione cellulare ultradebole* da parte del DNA.

La *rottura della simmetria rotazionale* è il meccanismo che sta alla base dell'evidenziazione che i segmenti di DNA batterico, opportunamente eccitati, emettono radiazione elettromagnetica e inducono un *ordinamento* nell'acqua in cui sono immersi e in quella in loro prossimità, sebbene non immediatamente con essi in contatto (Montagnier L., 2008).

Il DNA genera una *struttura sovramolecolare* mediante legami fosfodiesterici e ponti idrogeno (un legame di tipo magnetico) che sostengono la struttura a doppia elica. Il fosfato, responsabile del legame fosfodiesterico, porta una carica negativa che è in grado di interagire con altre molecole ad alta densità di carica positiva, quali gli aggregati sovramolecolari di poliammine (*Nuclear Aggregate Polyamine, NAP*) fisiologiche, di putrescina, di spermidina e di spermina. Questi ultimi, strutturandosi in modo da avvolgere la doppia elica come una sorta di *guaina fluida*, sono coinvolti in alcune funzioni quali *protezione, replicazione e trascrizione* del DNA (D'Agostino L. *et al.*, 2005; Iacomino G. *et al.*, 2011). I NAP sono determinanti per la funzione informativa del DNA in quanto essi, attraverso 3 differenti forme di aggregazione²⁹ [*piccola (small, s-NAP), media (medium, m-NAP) e grande (large, l-NAP)*], giocherebbero un ruolo importante nel ciclo cellulare e nella regolazione dell'attività trascrizionale del DNA. In particolare, la *s-NAP* rappresenta sia la forma *fondamentale* in grado di legarsi al DNA come tale, sia la forma *precursore* della *m-NAP*³⁰; quest'ultima, promuovendo una transizione di conformazione del DNA da quella A a quella Z, renderebbe il DNA stesso più suscettibile alla trascrizione. Nelle *cellule differenziate*³¹ è assente la forma *m-NAP* con prevalenza di quella *large*, mentre nelle *cellule proliferanti*³² sono presenti tutte e tre le forme. Inoltre, le tre forme di NAP svolgono, sebbene con efficacia diversa, un importante ruolo di protezione del DNA dalla degradazione da parte dell'enzima deossiribonucleasi I (*Dnasi I*)³³; la maggiore protezione si ottiene con le forme *m-* ed *s-NAP*. I NAP contribuirebbero alla *fine*,

precisa e sofisticata regolazione dei livelli nucleari di poliammine entro valori bassi (dell'ordine di qualche micromole)³⁴ (D'Agostino L. *et al.*, 2005).

Le tre forme di NAP sono un esempio di come il *riconoscimento spontaneo* di molecole porti a *strutture sovramolecolari* con informazioni intrinseche essenziali allo sviluppo di organismi viventi.

L'*informazione genetica* costituisce l'*ologramma di una cellula*, nel senso che, essendo la quantità di informazione illimitata ma presente in uno spazio limitato (cromosoma), funzionerebbe come una vera e propria componente dell'*ologramma*; infatti, come si possono accumulare miliardi di informazioni in un centimetro cubo di spazio semplicemente cambiando l'angolazione con cui due raggi laser colpiscono una pellicola fotografica, la cellula possiede la *stupefacente capacità di far esprimere una qualsivoglia informazione genetica, recuperandola in chiave epigenetica dal suo enorme magazzino, a seconda del contesto in cui è inserita*. Ciò avvalorava l'esistenza di una *complessità funzionale del sistema vivente*, la quale non deriva unicamente dalla quantità e dalla qualità (diversificazione chimica) dei componenti elementari e dal numero delle interazioni, ma, come ritiene Vitiello G. (2010), da una *manifestazione macroscopica di una dinamica microscopica*. Nello studio dei sistemi biologici e, quindi della biodiversità, tale constatazione scientifica non può essere tralasciata.

Sembra, ma entro certi aspetti è già realtà, che la fisica, basata sulla *elettrodinamica quantistica*, sulla *coerenza* nelle cellule (*domini*) e sull'*interazione dei campi magnetici ultradeboli con i sistemi ionici delle cellule stesse*, possa contribuire notevolmente a dare un ulteriore apporto alla comprensione dei meccanismi bio-chimico-fisici influenzanti la variabilità delle caratteristiche quali-quantitative delle produzioni ottenibili da un vivente.

Si ritiene che questa concezione innovativa, nell'affrontare le problematiche biologiche connesse anche allo studio della biodiversità, può olisticamente concretizzarsi, entro certi limiti, secondo la strategia propria della ben nota *impostazione sistemica* (Von Bertalanffy L., 1940; Bettini T.M., 1970; Matassino D. 1984); impostazione che, secondo Preparata G. (1995) deve partire *dal considerare l'Universo come campo quantistico unitario, dallo stesso denominato "Oneness" (unità, interezza, accordo, unitarietà)*³⁵.

Le riflessioni sulla "Biodiversità prospettica" proseguiranno sui prossimi numeri della rivista.

29 Gli aggregati di poliammine sono presenti in tre forme: *small (s-NAP)* di circa 1.000 Da, *medium (m-NAP)* di circa 4.800 Da e *large (l-NAP)* di circa 8.000 Da (D'Agostino L. *et al.*, 2005).

30 La *m-NAP* può essere costruita direttamente nel nucleo attraverso una sequenza di aggregazione di altre piccole unità 's' (fino a 5 monomeri) alla *s-NAP* già legata al DNA.

31 *Cellula differenziata*: cellula dotata di funzione specializzata propria del tessuto al quale appartiene.

32 *Cellula proliferante*: cellula in fase di divisione.

33 *Deossiribonucleasi I (Dnasi I)*: è una endonucleasi che taglia il DNA preferenzialmente al legame fosfodiesterico adiacente a una pirimidina, producendo polinucleotidi (in media tetranucleotidi) 5'-fosfato terminale con un gruppo idrossilico OH libero in posizione 3'. La *DNAasi I* agisce sia su DNA a singolo filamento, sia su quello a doppia elica e, quale responsabile della frammentazione del DNA, sarebbe coinvolta nel processo di *apoptosi* o *suicidio cellulare* o *morte programmata* della cellula; tale frammentazione si concretizza nel '*DNA laddering*' (letteralmente = 'scalinata' del DNA; tale denominazione si deve al caratteristico *pattern* di migrazione dei frammenti su gel di agarosio simulante i pioli di una scala), il quale viene utilizzato come indicatore di apoptosi in atto. Il *laddering* viene, per la prima volta, individuato da Wyllie A.H. nel 1980.

34 Le poliammine non aggregate nei NAP sono inefficaci nella protezione del DNA e, a concentrazioni elevate, possono persino essere dannose per l'integrità del DNA.

35 *Oneness*: teoria proposta da Preparata G. (1995) nel senso che: "l'Universo è un unico campo e il campo è la Oneness dell'Universo; la Oneness è il trionfo della unità; è l'unità del mondo; il mondo è uno e le particelle e ogni fenomeno sono un aspetto di questa oneness; pertanto, la materia e il campo sono gli stessi in tutto l'Universo".