

Le Origini della Vita **alla luce della legge della sintropia**

Ulisse Di Corpo¹ e Antonella Vannini²

Abstract

La legge della sintropia afferma che la vita è una legge dell'universo che per manifestarsi ha bisogno della molecola dell'acqua. Secondo la teoria della sintropia, la vita non è stata creata, ma emerge spontaneamente dovunque vi è acqua. Dovunque vi è acqua vi sarebbe vita e, per questo motivo, l'acqua è un segnale importante in merito alla possibilità dell'esistenza della vita su altri pianeti.

1. Origini della vita: la visione classica

La prima domanda sulla vita che da sempre ha impegnato la fantasia dell'uomo è la seguente: *Come può essersi sviluppata la vita da molecole che non sono viventi?* A questa domanda gli antichi greci rispondevano affermando che la vita si genera spontaneamente dalla materia inorganica per effetto della dea *Gaia*. Questa ipotesi venne riformulata dai latini come *generatio spontanea* e dalla scienza contemporanea come *abiogenesi*. Alcune tappe dell'ipotesi abiogenetica sono le seguenti:

- Nel 1668 il fisico italiano Francesco Redi (1626-1697) mostrò, sperimentalmente, che le forme più complesse di vita non possono originare spontaneamente dalla materia inorganica e confutò così, almeno in parte, l'ipotesi della generazione spontanea. Tuttavia la dimostrazione di Francesco Redi era limitata alle forme complesse e l'idea della generazione spontanea venne perciò ristretta alle forme organiche semplici: i microbi.
- Nel 1745 John Needham (1713-1781) mostrò che il brodo di pollo sterilizzato, inserito in un contenitore sterile, portava alla formazione di microbi. Questa dimostrazione diede nuovo impulso all'ipotesi della generazione spontanea.
- Nel 1768 Lazzaro Spallanzani (1729-1799) replicò gli esperimenti di Needham, rimuovendo l'aria dal contenitore sterile, e giungendo così alla dimostrazione che non si osserva alcuna generazione spontanea di microbi.
- Verso la metà del XIX secolo, la discussione raggiunse dimensioni tali da portare l'Accademia Francese delle Scienze a destinare un premio per colui che fosse stato in grado di rispondere, in modo convincente e con esperimenti esatti, alla domanda sulla generazione spontanea. Il premio fu vinto nel 1864 da Louis Pasteur (1822-1895) che, con una serie di brillanti esperimenti simili a quelli condotti da Needham e Spallanzani, dimostrò che i microrganismi non si sviluppano spontaneamente in contenitori sterili. Nella sua pubblicazione del 1862 egli riuscì anche a spiegare le fonti di errore e i malintesi dei suoi predecessori e concorrenti. Pasteur riassunse i suoi risultati nella frase latina: *omne vivum ex vivo*, ad indicare che la vita può essere generata solo da materia organica, vivente. L'ipotesi abiogenetica venne ristretta ulteriormente a condizioni speciali che avrebbero caratterizzato la Terra primordiale.

¹ ulisse.dicorpo@syntropy.org

² antonella.vannini@syntropy.org

- Nel 1924, Alexander Oparin (1894-1980) pubblicò in lingua russa un lavoro dal titolo *Le origini della vita* (Oparin, 1924) in cui, partendo dalle scoperte sulle caratteristiche dei colloidi (soluzioni di grosse molecole con caratteristiche simili ai collanti), suggeriva che la capacità dei colloidi di legare sostanze alla superficie indicasse un inizio di metabolismo. Il suo libro termina con la frase: “*Il lavoro è già molto avanzato e presto le ultime barriere fra l’animato e l’inanimato cadranno sotto l’attacco di un lavoro paziente e di potenti pensieri scientifici*”. Nel 1938 venne pubblicata la versione inglese del lavoro di Oparin che ebbe un ampio riscontro di pubblico e influenzò numerosi ricercatori.
- Nel 1952 Harold Urey (1893-1981) coniò il termine cosmochimica per indicare lo studio degli elementi chimici sulla Terra e nelle stelle durante la loro evoluzione. Nel libro del 1952 *The Planets: Their Origin and Development (I pianeti: loro origini e sviluppo*, Urey 1952) Urey ipotizza che la composizione dell’atmosfera terrestre primordiale fosse analoga a quella relativa degli elementi del cosmo: 90% in atomi di idrogeno, 9% in atomi di elio, 1% in atomi di altri elementi. Da ciò dedusse che la composizione dell’atmosfera primordiale dovesse essere fatta di metano (CH₄), ammoniaca (NH₃), azoto (N₂), acqua (H₂O) e idrogeno (H₂).
- Nel 1953 Stanley Miller (1930-2007) pubblica l’articolo *A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions* (Miller, 1953). Miller, studente di Urey, dimostrò che da in una atmosfera primordiale, in presenza di acqua e sotto l’azione di scariche elettriche (che simulavano l’azione dei fulmini) potevano generarsi amminoacidi, ovvero i mattoni fondamentali delle proteine. Nel suo esperimento basato su apparati sterili, Miller inseriva gas quali metano (CH₄), ammoniaca (NH₃) e acqua (H₂O). Questo sistema conteneva acqua e due elettrodi. L’esperimento era diviso in cicli nei quali l’acqua veniva scaldata per indurre la formazione di vapore acqueo, gli elettrodi venivano utilizzati per produrre scariche elettriche simili ai fulmini e il tutto veniva poi raffreddato per consentire all’acqua di condensarsi. A questo punto iniziava un nuovo ciclo. Dopo circa una settimana ininterrotta in cui le condizioni erano mantenute costanti, Miller osservò che circa il 15% del carbonio era andato a formare composti organici, tra cui alcuni amminoacidi. L’idea di Miller era che questi amminoacidi di sintesi potessero diventare i mattoni per la costruzione delle proteine. Miller diede un impulso decisivo alla ricerca sperimentale dell’origine abiotica della vita. Negli esperimenti di Miller si formava una miscela acquosa contenente vari prodotti che venivano poi isolati dimostrando l’esistenza, dopo un trattamento di estrazione a base di idrolisi con acido cloridrico, di amminoacidi, fra i quali alcuni di quelli presenti negli esseri viventi. Questa miscela acquosa venne chiamata da Miller “*brodo primordiale*”.

A questo punto la ricerca è passata alla domanda seguente: *Come si sono formate dagli amminoacidi le molecole che sono indispensabili per la vita?* Gli amminoacidi sono i mattoni della vita, ma non sono considerati ancora forme viventi. Gli esperimenti di Miller hanno perciò dato l’avvio ad una infinità di altri esperimenti, che vengono condotti tuttora, nel tentativo di dimostrare la possibilità di costruire molecole organiche complesse a partire dagli amminoacidi. Questi esperimenti sono finalizzati a cercare di descrivere il passaggio “spontaneo” dagli amminoacidi alle proteine. Questo passaggio è però risultato subito molto problematico per una serie di motivi, tra i quali:

- Le proteine coinvolte nel metabolismo delle cellule sono composte da catene di oltre 90 amminoacidi. Affinché una tale catena possa formarsi per effetto del caso sono necessarie più di 10⁶⁰⁰ combinazioni spontanee (cioè 1 seguito da 600 zeri) e non basterebbe l’intera storia dell’Universo, a partire dal Big Bang, per raggiungere tale probabilità, cioè per poter assistere alla formazione spontanea di una sola proteina.
- Inoltre, i brodi primordiali sono costituiti in massima parte da acqua, ma l’acqua rende impossibile la formazione di catene di amminoacidi, impedendo così la formazione anche degli stadi iniziali delle proteine. L’acqua, infatti, porta le macromolecole alla decomposizione. Nel 2004 Luke Leman e collaboratori, dello Scripps Research Institute, e Leslie Orgel del Salk Institute for Biological Studies (Leman, 2004), sono riusciti ad ottenere peptidi (catene di pochi amminoacidi) utilizzando soluzioni di amminoacidi, solfuro di carbonile (COS, un gas vulcanico) e catalizzatori basati su solfuri metallici. Utilizzando questo processo, tuttavia, non si capisce da dove vengano gli amminoacidi necessari per creare le catene peptidiche. Un’altra proposta è che gli amminoacidi vengano a concentrarsi in lagune

- periodicamente asciutte, condensandosi infine sotto l'influsso di calore secco e producendo così il legame chimico responsabile dell'unione degli amminoacidi (legame peptidico).
- Con i processi di sintesi si è riusciti finora a sintetizzare un massimo di 13 amminoacidi coinvolti nella costruzione delle proteine. Oltre a questi amminoacidi, si formano anche numerosissimi altri amminoacidi che non sono presenti negli esseri viventi.
 - Supponiamo che il processo di sintesi porti a combinare solo gli amminoacidi utilizzati dai sistemi viventi (anche se la probabilità è praticamente nulla). Queste combinazioni seguirebbero ramificazioni tridimensionali e non le catene lineari presenti nei sistemi viventi. Le ramificazioni tridimensionali (o proteinoidi) sono inadatte al metabolismo delle cellule perché non possono essere codificate da un codice genetico lineare. Ai proteinoidi non si attribuisce, pertanto, alcun valore in merito alla formazione e allo sviluppo della vita.
 - La sintesi di amminoacidi in laboratorio conduce alla formazione di un numero uguale di catene levogire (che si avvolgono verso sinistra) e destrogire (che si avvolgono verso destra). La vita, così come la conosciamo noi, dipende solamente da amminoacidi levogiri. La produzione di sintesi delle proteine non risulterebbe perciò idonea alla formazione di organismi viventi.
 - Infine, i processi di sintesi portano alla formazione di molecole monofunzionali che non è possibile utilizzare per la costruzione di catene proteiche. Le molecole monofunzionali bloccano gli estremi dei pochi e brevi frammenti di catena, rendendoli inaccessibili per ulteriori prolungamenti. La presenza di molecole monofunzionali è quindi un impedimento fondamentale per lo sviluppo di catene più lunghe, cioè di proteine. In tutti gli approcci sperimentali, oltre agli amminoacidi desiderati, si forma un gran numero di altre sostanze che impediscono i passi successivi.

La terza domanda sulla vita è la seguente: *In che cosa si differenzia la materia organica da quella inorganica?* Gli esperimenti di Miller costituiscono un primo passo importante verso la sintesi delle molecole necessarie alla vita, ma hanno portato anche ad un vicolo cieco. Per arrivare alla produzione di proteine di sintesi è necessario l'utilizzo di complesse procedure di sintesi, isolamento e purificazione che non si presentano spontaneamente in natura e che si basano su presupposti, su modelli che vengono dati per acquisiti. Questi modelli implicano delle ipotesi teoriche sul rapporto che intercorre tra materia inanimata e vita. Ad esempio, si tenta di definire la vita elencando le varie forme di espressione degli organismi, come l'assunzione di sostanze e di energia dall'ambiente circostante, il metabolismo, la riproduzione, la crescita, la mobilità o l'eccitabilità; oltre a ciò, anche l'informazione e la sua elaborazione rappresentano caratteri fondamentali degli organismi. Tutte queste caratteristiche permettono di descrivere singoli aspetti della vita. Le conoscenze delle strutture molecolari, per esempio, permettono la comprensione delle caratteristiche materiali degli organismi e dei processi biochimici, ma in questo modo si individuano soltanto singoli aspetti delle manifestazioni della vita. Ciò vale anche per la definizione che è posta alla base del programma exobiologico della NASA, secondo cui la vita sarebbe un sistema chimico autoconservante, che presenta la facoltà di evolversi. Lo sviluppo di modelli dei singoli stadi che intercorrono fra la materia inanimata e le prime forme viventi è direttamente collegato ai possibili concetti di vita: occorre perciò una chiara caratterizzazione del fenomeno "vita", anche se ancora oggi ciò si rivela difficile e il problema non è stato risolto in modo soddisfacente. Le vaste e affascinanti conoscenze sui dettagli e le reciproche interazioni delle molecole e macromolecole, coinvolte nella costituzione degli esseri viventi (proteine, DNA), non hanno ancora svelato il mistero del fenomeno "vita". Conosciamo gli organismi viventi soltanto in rapporto a questi componenti materiali, ma sappiamo anche che la macromolecola del DNA, per esempio, può espletare la sua funzione soltanto all'interno della complessità altamente strutturata di una cellula. Per quanto riguarda singole funzioni isolate, questo indispensabile "tutto" risulta un presupposto indispensabile per la vita, e ciò mette in discussione un approccio che passa attraverso vari gradi di complessità, in quanto non potrebbe avere alcuna possibilità di successo.

2. Origini della vita secondo la legge della sintropia

La teoria della sintropia nasce dall'equazione energia/momento/massa della relatività ristretta di Albert Einstein. Questa equazione presenta una soluzione positiva, che descrive energia e materia che si muovono in avanti nel tempo, e una soluzione negativa che descrive energia e materia che si muovono a ritroso nel tempo e che contraddice la legge della causalità secondo la quale le cause devono sempre precedere gli effetti. Per risolvere questa contraddizione Einstein suggerì di semplificare l'equazione energia/momento/massa nella famosa $E=mc^2$, che ha sempre soluzione positiva con materia ed energia che si muovono in avanti nel tempo. Questa semplificazione non è tuttavia possibile nella meccanica quantistica, cioè quando si studia il livello sub-atomico della materia.

La tendenza generale dei fisici è sempre stata quella di considerare irrilevante, se non impossibile, il fatto che possano esistere materia ed energia che si muovono a ritroso nel tempo. Nonostante ciò, un numero crescente di ricercatori si sta interessando a questa possibilità e, nel novembre 2010, il presidente statunitense Barack Obama ha conferito al fisico Yakir Aharonov la National Medal of Science, per gli studi sperimentali che mostrano che il presente è il risultato dell'interazione di cause passate e di cause future. Questi risultati portano ad una reinterpretazione radicale dei concetti di tempo e di causalità (Aharonov, 2005).

Nel 1942 il matematico Luigi Fantappiè (1901-1955) analizzò a fondo le proprietà matematiche dell'equazione energia/momento/massa. Fantappiè trovò che la soluzione che si muove in avanti nel tempo descrive energia che diverge da una causa collocata nel passato e materia che si distribuisce in modo omogeneo e disordinato, mentre la soluzione che si muove indietro nel tempo descrive energia che converge verso una causa collocata nel futuro e materia che si organizza in strutture e forme di ordine. La soluzione che si muove in avanti nel tempo è governata dalla legge dell'entropia (dal greco *en*=divergente, *tropos*=tendenza), mentre la soluzione che si muove indietro nel tempo è governata da una legge simmetrica che Fantappiè denominò sintropia (dal greco *sin*=convergente, *tropos*=tendenza). Elencando le proprietà matematiche della legge della sintropia, Fantappiè scoprì che esse coincidono con quelle dei sistemi viventi, giungendo così all'ipotesi suggestiva che la vita è causata dal futuro e solo marginalmente dal passato (Fantappiè, 1944).

Fantappiè suggerì che, per comprendere e spiegare i misteri della vita, è necessario utilizzare un nuovo tipo di approccio causale, speculare alla logica classica di causa ed effetto. La sua proposta si arenò però sul piano sperimentale dove Fantappiè non riuscì ad ideare prove che potessero verificare la sua ipotesi. Il metodo sperimentale richiede infatti la manipolazione delle cause e ciò implica (o almeno implicava) che le cause precedano gli effetti. Negli ultimi anni, grazie all'introduzione dei generatori di eventi casuali, è diventato possibile manipolare cause future in modo totalmente imprevedibile (non conoscibile) nel passato. Utilizzando questo espediente è diventato possibile utilizzare la metodologia sperimentale per lo studio di relazioni effetto-causa, dove le cause vengono manipolate nel futuro.

Il modello della sintropia di Fantappiè porta a formulare ipotesi effetto-causa che possono essere oggetto di verifica sperimentale. Ad esempio, una ipotesi generale è che i sistemi viventi si alimentano di sintropia e, di conseguenza, quelle strutture che sostengono i processi vitali devono manifestare reazioni anticipate rispetto a stimoli futuri. Negli esseri umani i processi vitali sono sostenuti dal sistema nervoso autonomo, di conseguenza si ipotizza che i parametri del sistema nervoso autonomo, ad esempio la frequenza cardiaca e la conduttanza cutanea, debbano reagire prima di stimoli futuri. Grazie alla tecnica di generazione di eventi casuali è stato possibile manipolare stimoli futuri e osservare le reazioni anticipate dei parametri del sistema nervoso autonomo. Si tratta di un effetto forte sia da un punto di vista quantitativo che statistico, un effetto che può essere replicato facilmente e che è ormai entrato nella letteratura scientifica. L'unica teoria che al momento spiega questo effetto è la sintropia di Luigi Fantappiè (Vannini e Di Corpo, 2010).

Robert Rosen (1934-1998), biologo teorico, professore di biofisica alla Dalhousie University, sottolineava nel suo libro “*Anticipatory Systems*”:

Sono rimasto stupefatto dalla quantità di comportamenti anticipatori che si osservano a tutti i livelli dell'organizzazione dei sistemi viventi (...) Sistemi che si comportano come veri sistemi anticipatori, cioè sistemi nei quali lo stato presente cambia in base a stati futuri, violano la legge della causalità classica secondo la quale il presente dipende unicamente da cause passate o presenti. Di conseguenza si cerca di spiegare questi comportamenti con teorie e modelli che escludono a priori ogni possibilità di anticipazione. Senza alcuna eccezione, tutte le teorie e i modelli biologici sono classici, nel senso che cercano le cause unicamente nel passato o nel presente.

Al fine di rendere i comportamenti anticipatori compatibili con la legge della causalità, secondo la quale le cause devono sempre precedere gli effetti, si cerca di ricondurli a modelli predittivi o a processi di apprendimento. Tuttavia, quando si considera che i comportamenti di anticipazione caratterizzano anche le strutture più semplici della vita, come le cellule che sono prive di sistemi neurali, è difficile sostenere l'idea che i comportamenti di anticipazione possano essere la conseguenza di modelli predittivi acquisiti tramite l'apprendimento e l'esperienza. Inoltre, questi comportamenti di anticipazione si osservano anche a livello molecolare dove non è possibile alcuna spiegazione in base a processi innati dovuti alla selezione naturale. Rosen conclude che è quindi necessaria una nuova legge, in grado di spiegare questi comportamenti di anticipazione dei sistemi viventi. Questa nuova legge è, probabilmente, la legge della sintropia che si fonda appunto sul presupposto che la vita dipenda da cause future e che debba perciò essere descritta e spiegata utilizzando logiche effetto-causa.

L'ipotesi che nei sistemi viventi agisca un fattore causale diverso da quello classico era già stata avanzata da Hans Driesch (1867-1941), pioniere delle ricerche nel campo dell'embriologia sperimentale. Driesch suggerì l'esistenza di un principio causale finale, superindividuale e soprapersonale, che rappresenterebbe la causa dello sviluppo e dell'evoluzione dei viventi, la finalità della natura, la potenzialità biologica. A questo principio di causalità finale Driesch diede il nome di *entelechia*. Entelechia è una parola greca la cui derivazione (en-telos) indica qualcosa che ‘contiene’ in sé il proprio fine o scopo, e che dirige verso tale fine il sistema su cui agisce. Così, se il percorso di sviluppo normale viene interrotto, il sistema può raggiungere lo stesso fine in altro modo. Driesch ritiene che lo sviluppo e il comportamento siano regolati da una gerarchia di entelechie, che in senso ultimo derivano tutte dall'entelechia complessiva dell'organismo e sono ad essa subordinate. La dimostrazione classica di questo fenomeno venne fornita da Driesch su embrioni di ricci di mare. Se in un embrione molto giovane allo stadio bicellulare una delle due cellule viene uccisa, la cellula rimanente non dà origine a metà di un riccio, bensì genera un riccio piccolo, ma completo. Inversamente, la fusione di due giovani embrioni dà luogo allo sviluppo di un unico riccio gigante e non di due ricci. Risultati di questo tipo mostrano che nello sviluppo i sistemi procedono verso un fine morfologico unico. Nel momento in cui interveniamo su di un embrione, ad esempio uccidendo una delle due cellule che lo compongono, la cellula superstita risponde comunque alla causa finale che porta alla formazione di una struttura analoga a quella che si sarebbe raggiunta con entrambe le cellule dell'embrione, anche se più piccola. Ne consegue che la forma finale non è causata dal passato o da modificazioni che possiamo introdurre nel passato, ma dal futuro. Anche quando una parte del sistema viene asportata o il normale corso dello sviluppo viene turbato, la forma finale che si raggiunge è sempre la medesima. Un altro esempio riportato da Driesch è quello della rigenerazione, cioè il processo grazie al quale gli organismi sono in grado di sostituire o riparare strutture danneggiate. Le piante presentano una gamma stupefacente di capacità rigenerative, e così gli animali inferiori: per esempio, se un verme piatto viene tagliato a pezzi, ciascun pezzo rigenera un verme completo. Anche molti vertebrati hanno straordinari poteri di rigenerazione: per esempio, se la lente dell'occhio di un tritone viene asportata chirurgicamente, una nuova lente si rigenera a partire dal bordo dell'iride, mentre nello sviluppo normale dell'embrione la lente si forma in modo molto diverso, a partire dalla pelle. Driesch utilizzò il concetto di entelechia per render conto delle proprietà di *integrità* e di *direzionalità* nello sviluppo e nella rigenerazione degli organismi.

Un'altra proposta in merito all'esistenza di un fattore causale diverso da quello classico è stata proposta indipendentemente nel 1926 dal biologo russo Alexander Gurwitsch (1874-1954) e dal biologo austriaco Paul Alfred Weiss (1898-1989) ed è conosciuta come la teoria del *campo morfogenetico*. A parte l'affermazione che i campi morfogenetici svolgano un ruolo importante nel controllo della morfogenesi (il prendere forma), nessuno dei due autori indicò il modo nel quale la causalità agisce in questi campi. Il termine *campo* è oggi di moda, dal campo gravitazionale al campo elettromagnetico, al campo delle singole particelle fino a giungere al campo morfogenetico. Tuttavia, la parola *campo* viene utilizzata per indicare qualcosa che si osserva, ma che non si riesce a spiegare in termini classici di teoria meccanicista. Si tratta di manifestazioni che richiedono un nuovo tipo di spiegazioni basate su un nuovo tipo di causalità.

La teoria della sintropia sostituisce i termini entelechie e campi con il termine *cause finali* o *attrattore*, cioè cause che agiscono dal futuro in base alle proprietà retrocausali della sintropia. La meccanica quantistica mostra che la retrocausalità è alla base dei fenomeni di entanglement (correlazione) e di non-località osservati nel mondo sub-atomico. Questi fenomeni hanno la caratteristica di correlare, attirare e guidare, senza che vi sia passaggio di informazioni a ritroso nel tempo. La sintropia agirebbe perciò in base ad un meccanismo causale simile a quello delle emozioni, attirando, indirizzando e guidando, senza che vi sia informazione associata ad esse. La teoria della sintropia giunge così ad ipotizzare che i sistemi viventi sono sistemi guidati dalle emozioni e che la causalità a ritroso nel tempo si manifesta principalmente sottoforma di emozioni. Le emozioni attirano e guidano verso gli attrattori.

Per evitare di scadere in discorsi mistici o magici è importante sottolineare, già da ora, che l'equazione energia/momento/massa prevede l'esistenza di tre tipi di tempo:

1. **Causale**. Il tempo causale caratterizza i sistemi divergenti, ad esempio il nostro universo in espansione. In questi sistemi le cause precedono gli effetti, l'entropia prevale, e il tempo si muove in avanti, dal passato al futuro.
2. **Retrocausale**. Il tempo retrocausale caratterizza i sistemi convergenti, come è il caso dei buchi neri in astronomia. In questi sistemi gli effetti precedono le cause, prevale la sintropia e il tempo si muove a ritroso, dal futuro verso il passato.
3. **Supercausale**. Il tempo supercausale caratterizza i sistemi in equilibrio tra forze divergenti e forze convergenti, come sono ad esempio gli atomi. In questi sistemi la causalità e la retrocausalità coesistono e il tempo è unitario: passato, presente e futuro sarebbero compresenti.

Queste tipologie di tempo erano note già agli antichi greci come:

1. **Kronos** che descrive il tempo causale, a noi familiare, tipico della legge dell'entropia, fatto di momenti assoluti che fluiscono dal passato al futuro.
2. **Kairos** che descrive il tempo retrocausale, tipico della legge della sintropia. Secondo Pitagora Kairos è alla base dell'intuizione e della capacità di anticipare il futuro e di scegliere in modo vantaggioso.
3. **Aion** che descrive il tempo supercausale, nel quale passato, presente e futuro coesistono.

Secondo questa classificazione sintropia ed entropia interagiscono nel livello quantistico della materia, cioè nell'Aion, e a questo livello può aver origine la vita. Sorge quindi spontanea una domanda: come fanno le proprietà della sintropia, della vita, a passare dal livello quantistico della materia al livello macroscopico della nostra realtà fisica, trasformando così la materia inorganica in materia organica? Nel 1925 il fisico Wolfgang Pauli (1900-1958) scoprì nella molecola dell'acqua il *ponte idrogeno* (o legame idrogeno). Gli atomi di idrogeno si trovano in una posizione intermedia tra il livello sub-atomico (quantistico) e quello molecolare (macrocosmo), e realizzano un *ponte* che consente alla sintropia (forze coesive) di fluire dal livello quantistico a quello del macrocosmo. Il legame idrogeno aumenta le forze coesive (sintropia) e caratterizza la molecola dell'acqua rendendola diversa da tutti gli altri liquidi, con forze di attrazione dieci volte più potenti delle forze di van der Waals che tengono insieme gli altri liquidi. A causa di queste notevoli

forze coesive, l'acqua manifesta proprietà anomale. Ad esempio, quando gela si espande, diventa meno densa e galleggia; al contrario gli altri liquidi quando gelano si contraggono, diventano più densi e pesanti e affondano. Inoltre, l'acqua solidifica partendo dall'alto verso il basso. Negli altri liquidi il processo di solidificazione inizia dal basso, in quanto il calore, cioè la parte calda del liquido si sposta in alto verso la superficie, mentre quella fredda affonda. Il liquido nella parte più bassa è quindi il primo a raggiungere la temperatura di solidificazione, e per questo motivo i liquidi solidificano a partire dal basso verso l'alto. Nell'acqua accade esattamente l'opposto. Ancora, l'acqua mostra una capacità termica di gran lunga superiore agli altri liquidi, cioè può assorbire molto calore; per aumentare la temperatura dell'acqua occorre più calore rispetto a quanto necessario per gli altri liquidi. Per questo motivo l'acqua viene utilizzata nei sistemi di raffreddamento. La singolarità dell'acqua risiede, quasi interamente, proprio nelle sue proprietà attrattive e coesive (tipiche della legge della sintropia). Le altre molecole che formano i ponti idrogeno (ad esempio l'ammoniaca), infatti, non raggiungono proprietà attrattive talmente elevate e non possono perciò costruire reti e strutture ad ampio raggio nello spazio come invece accade per l'acqua. Il ponte idrogeno consente alla sintropia di fluire dal livello quantistico della materia al livello del macrocosmo e rende l'acqua essenziale per la vita. L'acqua è, in definitiva, la linfa che irrorla la vita di sintropia. Se la vita dovesse mai cominciare su un altro pianeta, sicuramente occorrerebbe acqua, elemento imprescindibile per la nascita e l'evoluzione di qualunque struttura biologica.

Albert Szent-Gyorgyi (1893-1986), premio Nobel per la fisiologia e scopritore della vitamina C affermava che:

E' impossibile spiegare le qualità di organizzazione e di ordine dei sistemi viventi partendo dalle leggi entropiche del macrocosmo. Questo è uno dei paradossi della biologia moderna: le proprietà dei sistemi viventi si contrappongono alla legge dell'entropia che governa il macrocosmo (Szent-Gyorgyi, 1977).

Mentre l'entropia è una legge universale che porta alla disintegrazione di qualsiasi forma di organizzazione, Szent-Gyorgyi conclude che la sintropia è la legge universale di cui gli esseri viventi dimostrano continuamente l'esistenza. Per Gyorgyi la sintropia è la legge opposta all'entropia che porta i sistemi viventi verso forme di organizzazione sempre più complesse e armoniche. Il problema principale, secondo Gyorgyi, è che:

Si osserva una profonda differenza tra i sistemi organici e inorganici ... come uomo di scienza non posso credere che le leggi della fisica perdano la loro validità non appena si entra nei sistemi viventi. La legge dell'entropia non governa i sistemi viventi.

In conclusione, la legge della sintropia afferma che la vita è una legge dell'universo che per manifestarsi ha bisogno della molecola dell'acqua. Secondo la teoria della sintropia, la vita non è stata creata, ma emerge spontaneamente dovunque vi è acqua. Dovunque vi è acqua vi sarebbe vita e, per questo motivo, l'acqua è un segnale importante in merito alla possibilità dell'esistenza della vita su altri pianeti.

Bibliografia

- Aharonov Y, *Quantum Paradoxes*, Wiley-VCH, Berlin, 2005.
- Fantappiè L, *Principi di una teoria unitaria del mondo fisico e biologico*, Humanitas Nova, Roma 1944.
- Leman L (2004), Orgel L e Ghadiri MR, *Carbonyl Sulfide-Mediated Prebiotic Formation of Peptides*, Science 8 October 2004: 306 (5694), 283-286, DOI: 10.1126/science.1102722
- Miller SL (1953), *A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions*, Science, May 15, 1953.
- Oparin A (1924), *The Origin of life*, <http://www.uv.es/orilife/textos/The%20Origin%20of%20Life.pdf>
- Rosen R. (1985) *Anticipatory Systems*, Pergamon Press, USA 1985.
- Szent-Gyorgyi A (1977), *Drive in Living Matter to Perfect Itself*, Synthesis 1977, 1(1): 14-26.
- Urey H (1952), *The Planets: Their Origin and Development*, Yale Univ. Press, 1952.
- Vannini A e Di Corpo U (2010), *Reazioni pre-stimolo della frequenza cardiaca*, Syntropy, 2010 (1): 1-17.