

L'Evoluzione della Vita **alla luce della legge della sintropia**

Ulisse Di Corpo¹ e Antonella Vannini²

Abstract

La teoria della sintropia suggerisce che il meccanismo alla base dei processi macroevolutivi, in grado di contrastare la legge dell'entropia, sia caratterizzato da attrattori che retroagiscono grazie alle proprietà coesive e convergenti della sintropia. Ciò non si contrappone con la teoria dell'evoluzione la cui validità viene, però, circoscritta all'ambito della microevoluzione.

1. La visione naturalista dell'evoluzione

Il naturalismo è nato nel diciannovesimo secolo in opposizione all'ideologia spiritualistica del periodo romantico e si basa sulla premessa che tutti i fenomeni naturali possano essere spiegati utilizzando la causalità. Tuttavia, l'equazione energia/momento/massa mostra che la causalità classica è governata dalla legge dell'entropia, cioè dalla tendenza dell'energia a dissiparsi e della materia a distribuirsi casualmente. Il biologo Jacques Monod (1910-1976) descrive questa tendenza al disordine, alla disorganizzazione e all'omogeneità, con queste parole: *"l'uomo deve infine distarsi dal suo sogno millenario per scoprire la sua completa solitudine, la sua assoluta stranezza. Egli ora sa che, come uno zingaro, si trova ai margini dell'universo in cui deve vivere. Universo sordo alla sua musica, indifferente alle sue speranze, alle sue sofferenze, ai suoi crimini."* (Monod, 1974). Le spiegazioni basate sulla causalità classica portano a concepire un universo retto da leggi che negano la vita, per le quali la vita non è altro che un episodio altamente improbabile, destinato alla morte.

Il naturalismo cerca di ovviare a questa visione entropica dell'universo attribuendo al caso qualità neg-entropiche. Ad esempio, secondo il naturalismo la vita origina dal caso e si evolve dal caso, cioè senza cause apparenti. Einstein era solito sottolineare che il ricorso al caso mostra l'incompletezza di una teoria. *"Dio non gioca a dadi!"*, esclamava, per enfatizzare il fatto che una teoria scientifica deve fare uso della causalità e deve evitare di ricorrere al caso. Il ricorso del naturalismo al caso entra in contraddizione con la sua premessa fondante, secondo la quale tutti i fenomeni naturali possono e devono essere spiegati utilizzando la causalità.

La teoria della sintropia allarga la causalità alla retrocausalità ed alla supercausalità e mostra come le proprietà neg-entropiche, che il naturalismo attribuisce al caso, siano proprie della retrocausalità e della supercausalità. Operando in questo modo, la teoria della sintropia estende l'approccio causale agli aspetti di organizzazione, ordine e complessità che oggi vengono spiegati ricorrendo ad ipotetiche qualità neg-entropiche del caso.

¹ ulisse.dicorpo@syntropy.org

² antonella.vannini@syntropy.org

- Il concetto di specie

La catalogazione e classificazione degli esseri viventi è uno degli obiettivi basilari e più antichi della biologia e viene indicato con il termine "tassonomia". Il termine tassonomia proviene dal greco *taxis* (ordinamento) e *nomos* (regola, norma). In biologia un *taxon* (il cui plurale è *taxa*) è una unità tassonomica, un raggruppamento di organismi reali, distinguibili morfologicamente e/o geneticamente da altri e riconoscibile come unità con una precisa posizione all'interno della struttura gerarchica della classificazione tassonomica. Carlo Linneo (1707-1778), uno dei padri della tassonomia, basava le classificazioni prevalentemente sugli aspetti esteriori degli esseri viventi. Solo successivamente la tassonomia si allargò all'anatomia, cioè allo scheletro e alle parti molli, e alle informazioni genetiche e molecolari. La *tassonomia morfologica* cerca di catalogare gli esseri viventi in base alla loro similarità utilizzando descrizioni possibilmente neutre ed obiettive. Tuttavia, può portare a classificazioni diverse a causa di una serie di scelte soggettive che è necessario operare:

- le descrizioni possono riguardare un numero infinito di caratteri, mentre solo alcuni possono essere inseriti nelle analisi statistiche. A seconda di quali caratteri scegliamo di considerare le classificazioni possono cambiare.
- I valori di similarità possono essere variati e ciò porta a collocare o meno gli individui in gruppi che si trovano in prossimità dei valori critici di similarità.

Per ovviare ai limiti di queste scelte soggettive è nata la *tassonomia genetica* che raggruppa gli organismi in base alla facoltà o meno di produrre incroci fertili. L'approccio genetico classifica le specie in base alla loro possibilità di produrre discendenti fecondi, in condizioni di vita naturale. Se degli esseri viventi si mescolano soltanto in stato di cattività o di allevamento, essi vengono annoverati in specie differenti. Per esempio, un mulo è il prodotto dell'incrocio fra cavallo ed asino ed è infecondo. L'approccio genetico porta perciò a catalogare il cavallo e l'asino in specie diverse.

La tassonomia può perciò essere suddivisa in *morfologica*, che prende in considerazione i caratteri (morfo-specie) e *genetica*, che prende in considerazione la fertilità (genospecie). A seconda che si ponga l'enfasi sugli aspetti genetici (riproduttivi) oppure morfologici (caratteri), i confini fra le specie possono variare. Nell'esempio dell'asino e del cavallo si hanno due genospecie e una sola morfo-specie. Ciò accade quando le specie sono indistinguibili sulla base dei loro caratteri, e quindi appartengono alla stessa morfo-specie, ma non producono incroci fertili, e quindi non appartengono alla stessa genospecie. Di conseguenza si parla di classificazioni "genospecifiche" e "morfo-specifiche". Per ovviare a questa discordanza, è stato introdotto un'ulteriore tipo di classificazione, il *tipo base*, che tiene conto di entrambe le classificazioni, sia del comportamento riproduttivo che dei caratteri morfologici. Tuttavia, nemmeno la classificazione in tipi base è riuscita a produrre una procedura di classificazione generalmente accettata. Il genetista W. Gottschalk afferma: "*Malgrado decenni di ricerca, la definizione della specie come unità biologica presenta delle grosse difficoltà. Fino ad oggi non esiste ancora una sola definizione che risponda a tutte le esigenze.*" Le comuni definizioni di specie, genospecie, morfo-specie e tipo base, sono imprecise; nessuna permette una delimitazione chiara e generalmente valida. Applicando definizioni diverse di specie, cambiano inevitabilmente i confini fra le stesse. Ciò fa sorgere l'interrogativo se sia possibile definire un'unità tassonomica superiore che racchiuda concetti di specie sia genetici sia morfologici.

- La microevoluzione

Charles Darwin (1809-1892), nel libro *L'Origine delle Specie* (1859), constatando la variabilità degli esseri viventi, la sovrapproduzione di prole e il fatto che a lungo termine la dimensione delle popolazioni rimane costante, era giunto alla conclusione che sopravvivono solo gli individui "meglio adattati" che diventano a loro volta genitori della generazione successiva. Questo processo di selezione naturale dei più adatti verrebbe potenziato dalla deriva genetica, cioè dalla tendenza degli alleli, che sono responsabili della particolare modalità con cui si manifesta il carattere ereditario, di variare casualmente rimescolando il pool genetico dei

genitori. Gli alleli che presentano effetti positivi, verrebbero selezionati dal meccanismo di selezione naturale, facendoli divenire più comuni. Solo le variazioni casuali (mutazioni) che comportano direttamente o indirettamente un vantaggio all'organismo possono contribuire al progresso evolutivo, mentre le mutazioni prevalentemente deleterie vengono per lo più eliminate. Sono quindi soprattutto le mutazioni vantaggiose a svolgere un ruolo nel processo evolutivo. Per Darwin la selezione naturale e la deriva genetica rappresentano le molle del processo evolutivo.

Oggi si distingue tra microevoluzione e macroevoluzione e si sta diffondendo l'opinione che i meccanismi della selezione naturale e della deriva genetica operino unicamente nell'ambito della microevoluzione.

La coppia di termini microevoluzione e macroevoluzione è stata introdotta nel 1927 da Philpitschenko, dove:

- *microevoluzione* o evoluzione infraspecifica, indica la selezione di caratteristiche all'interno della stessa specie, ad esempio: trasformazioni quantitative di organi, strutture e piani di organizzazione di organismi esistenti;
- *macroevoluzione* o evoluzione transpecifica, indica l'evoluzione di nuove caratteristiche o specie, ad esempio: lo sviluppo di organi, strutture e piani di organizzazione di organismi nuovi, la formazione di materiale genetico qualitativamente nuovo che consentono di evolversi al di là del confine della specie.

La funzione della microevoluzione è quella di ottimizzare strutture già esistenti, mentre la funzione della macroevoluzione sarebbe quella di sviluppare per la prima volta, ex novo, delle strutture con funzioni nuove.

Un esempio di microevoluzione è fornito dai semi, portati dal vento, che non riescono a germinare in terreni inquinati da metalli pesanti. Tuttavia, nelle discariche di miniere in Inghilterra, si è osservato che una minoranza di semi riesce a germinare, a crescere e a far semi in grado, a loro volta, di colonizzare terreni inquinati da metalli pesanti. L'analisi genetica ha dimostrato l'impossibilità di questi esemplari di piante a re-incrociarsi con gli individui che crescono su terreni normali, cioè non contaminati. Sulla base della definizione di genospecie, si può quindi dire che sono nate delle nuove specie. Può tale fenomeno essere considerato prova di un inizio di sviluppo verso informazione nuova? Dall'analisi è risultato che le piante che riescono a crescere sui terreni contaminati non hanno sviluppato un nuovo carattere, ma che la tolleranza all'alto contenuto di metalli pesanti esisteva già nel patrimonio genetico prima che il processo di colonizzazione avesse avuto luogo. La tolleranza alle sostanze inquinanti deriva dal fatto che la capacità di assorbimento dei sali minerali dal terreno è limitata e non si tratta quindi di un progresso evolutivo, bensì di una limitazione, che però nel caso specifico si rivela vantaggiosa. L'esempio delle piante colonizzatrici delle discariche di miniera, come anche altri esempi del genere, dimostra che il processo di microevoluzione non è da considerare uno sviluppo verso forme superiori, bensì come un impoverimento del patrimonio genetico. Si tratta di una "specializzazione", della creazione di una razza con un patrimonio genetico impoverito. Si osserva che queste razze sono meno resistenti di fronte ai cambiamenti ambientali e sono più esposte al rischio di estinzione. Ciò vale tanto più quando il processo di microevoluzione si ripete, con conseguente impoverimento massiccio del pool genetico. Queste nuove razze sono più adatte all'ambiente particolare, sono più specializzate, ma sono anche meno flessibili.

Un altro esempio di microevoluzione è fornito dal ghepardo, il mammifero più veloce del pianeta. Questo esempio mostra che l'impoverimento del patrimonio genetico, dovuto alla specializzazione, non è in genere reversibile e tende a portare la specie verso l'estinzione. Malgrado le sue straordinarie capacità di corridore e predatore il ghepardo è in pericolo di estinzione a causa della variabilità genetica molto bassa, del fatto che gli esemplari sono tutti molto uguali fra di loro. Questa specializzazione è causa di malattie, di un'alta percentuale di spermatozoi anomali, del fatto che dopo un'azione di caccia sono così stanchi da non essere più in grado di difendere le loro prede da altri concorrenti, quali leoni, leopardi e iene, e di un'insufficiente capacità di adattamento che aumenta il rischio di estinzione.

I fenomeni conosciuti di speciazione, cioè di formazione di nuove specie, sono sempre riconducibili a processi microevolutivi che portano alla considerazione che i processi di selezione naturale non sono, probabilmente, sufficienti a giustificare i fenomeni di macroevoluzione. Attraverso la selezione naturale, il potenziale genetico di una specie viene ridotto, specializzato. La speciazione fino ad oggi osservata è limitata ad un processo di specializzazione di natura microevolutiva.

Queste osservazioni suggeriscono che le forme di partenza delle specie attuali fossero in possesso di un ampio potenziale genetico, poi ridottosi nel tempo in seguito a specializzazioni progressive dovute ad eventi di colonizzazione e di isolamento. Attraverso la riduzione della variabilità originaria si vengono a formare delle specie biologiche specializzate che consentono ai discendenti di colonizzare habitat particolari, mentre i progenitori erano in grado di colonizzare ambienti molto più vari. La speciazione, così come è oggi conosciuta, si basa sulla perdita di parte del patrimonio genetico a causa di particolari condizioni ambientali. Questi processi di speciazione possono avvenire in tempi anche brevi.

Un ruolo importante nei processi microevolutivi viene svolto dalla deriva genetica, cioè dalla ricombinazione del patrimonio genetico paterno e materno durante la riproduzione sessuata che porta alla formazione di un numero praticamente illimitato di nuove combinazioni. Il significato biologico della riproduzione sessuata è spiegato proprio dalla possibilità di ricombinazione del patrimonio genetico. Tuttavia, dato che il processo di ricombinazione non origina qualcosa di fondamentalmente “nuovo”, questo processo assume un significato importante solo nei processi microevolutivi. Attraverso la ricombinazione non si forma del nuovo materiale genetico, in quanto solo dei geni e degli alleli preesistenti possono essere ricombinati e “mischiati”.

- La macroevoluzione

La teoria di un'eventuale macroevoluzione richiede l'individuazione di meccanismi in grado di produrre un autentico progresso, cioè un aumento di informazione, a differenza dei processi microevolutivi di speciazione, deriva genetica e selezione naturale che portano ad una progressiva riduzione dell'informazione. Tuttavia, fino ad oggi, sono stati osservati e dimostrati solo processi microevolutivi di specializzazione che non rappresentano, però, l'inizio di trasformazioni di processi macroevolutivi. Fattori evolutivi quali la selezione naturale, l'isolamento e la deriva genetica non sembrano in grado di fornire spiegazioni riguardanti la macroevoluzione.

Nella storia della biologia il termine macroevoluzione è stato inteso e viene inteso in modi molto differenti:

- Alcuni autori lo utilizzano per indicare meccanismi diversi da quelli gradualistici di Darwin che non basterebbero a spiegare lo sviluppo di organi complessi.
- Altri lo usano soprattutto in modo descrittivo, senza esprimersi sui meccanismi. Così il termine macroevoluzione viene utilizzato per indicare l'evoluzione che va oltre il livello di specie. La differenza tra microevolutivo e macroevolutivo diventa così il confine fra i taxa.
- Talvolta viene fatta una distinzione per discipline, ossia la macroevoluzione è quella studiata dai paleontologi e dai ricercatori di anatomia comparata e descrive un ambito non sperimentabile.
- E' stata suggerita anche una suddivisione fra campi di ricerca. Douglas Futuyma attribuisce alla macroevoluzione interrogativi come quello sull'evoluzione dei sistemi complessi e funzionalmente integrati, o quello sull'esistenza o la causa di tendenze nell'evoluzione.
- I concetti di microevoluzione e macroevoluzione spesso non vengono distinti con l'accuratezza necessaria e addirittura non si discute neppure della differenza fra i due termini: in questo modo si afferma implicitamente che il confine fra i due processi evolutivi è fluttuante.
- Altri rifiutano il termine macroevoluzione con la motivazione che esiste un solo meccanismo evolutivo.

Le osservazioni empiriche mostrano che la deriva genetica e la selezione naturale consentono di spiegare la separazione di una specie madre in due o più specie figlie, ma non consentono di spiegare l'incremento dell'informazione. Le popolazioni figlie possono infatti specializzarsi in direzioni diverse, ma non possono

aumentare la loro informazione. Le mutazioni genetiche appaiono in natura spontaneamente (senza cause apparenti), ma possono anche venire indotte o favorite artificialmente, per esempio tramite il trattamento con sostanze chimiche, radiazioni, variazioni di temperatura. Tali processi artificiali dimostrano che le mutazioni, per quanto si possa empiricamente constatare, si limitano al campo microevolutivo.

Ci si chiede allora:

- esistono dei meccanismi noti che spiegano le cause di una macroevoluzione?
- esistono degli indizi che suggeriscono che una macroevoluzione è possibile?
- è giusta l'equazione microevoluzione + tempo = macroevoluzione?

Una prima considerazione in merito all'azione della selezione naturale è che una serie di mutazioni, che dovrebbero avviare lo sviluppo di una novità evolutiva (un passo macroevolutivo), potrebbero sommarsi solo nel caso in cui ogni singolo cambiamento provochi un vantaggio selettivo o, per lo meno, non comporti uno svantaggio; questo vuol dire che l'evoluzione di un nuovo organo o struttura non è possibile passando da stadi intermedi evidentemente svantaggiosi. Gli organismi non possono "chiudere" a causa di lavori in corso in quanto ogni stadio evolutivo deve essere in grado di sopravvivere e di portare ad un vantaggio evolutivo. Per questo motivo, per ogni organo complesso di un qualsiasi essere vivente, si presenta la difficoltà di spiegarne lo sviluppo.

Nella neoformazione di organi e strutture, un vantaggio selettivo è dato, in genere, solo dopo il loro completamento. Forme intermedie incomplete verrebbero eliminate dal meccanismo della selezione naturale. Le fasi iniziali di un nuovo organo rappresentano infatti un puro spreco di materiale e, finché non è completo, non offrono al suo portatore alcun vantaggio selettivo. Il valore biologico di un organo è dato soltanto quando le varie funzioni, le sue singole parti e i geni possono interagire. Simulando l'evoluzione al computer si osserva che è necessario che lo stadio intermedio successivo, vantaggioso dal punto di vista della selezione, possa essere raggiunto in un lasso di tempo accettabile con i meccanismi mutazionali esistenti, ma né nei sistemi tecnici (computazionali), né in quelli biologici è così. Se non sono date delle strutture di base adeguate, dei meccanismi e dei tassi mutazionali e di ricombinazione adatti, nonché dei criteri selettivi idonei e delle dimensioni di popolazione convenienti, l'evoluzione desiderata non può essere raggiunta, il processo evolutivo si arena su degli ottimi locali, molto lontani dall'obiettivo finale. Queste simulazioni mostrano che per i processi di macroevoluzione è necessario disporre di un buon livello tecnologico e di buoni programmi evolutivi, ma non si conosce alcuna fonte naturale che possa fornire queste risorse e questi programmi. Le simulazioni mostrano che il quesito più significativo, dal punto di vista evolutivo, non riguarda l'esistenza di mutazioni vantaggiose, bensì la possibilità dello sviluppo di materiale genetico qualitativamente nuovo e di nuove strutture.

Nell'ambito della macroevoluzione si sottolinea che i caratteri affini sono ereditari, ad esempio i figli assomigliano ai loro genitori, e per questo motivo si sostiene che specie affini come gli scimpanzé e gli uomini dovrebbero avere antenati comuni. Questa ipotesi richiederebbe l'esistenza passata di innumerevoli anelli di congiunzione tra i diversi tipi base degli organismi, ma questi anelli di congiunzione non sono stati finora trovati. Occasionalmente ci sono dei fossili che vengono interpretati come anelli di congiunzione, ma non si può fare a meno di notare che tali interpretazioni sono fondamentalmente controverse. Dal momento che nell'ambito di una teoria filogenetica non si può assolutamente prescindere dall'esistenza di anelli di congiunzione, la loro assenza viene spiegata con il fatto che tutti i processi evolutivi si siano svolti in popolazioni molto marginali e con una probabilità di fossilizzazione troppo scarsa.

I teorici della macroevoluzione sostengono, inoltre, che soltanto le affinità omologhe indicherebbero un'origine comune, mentre le affinità analoghe vanno interpretate come convergenze. Tuttavia, come fa un'evoluzione priva di una tendenza a convergere verso risultati affini? La presenza di convergenze viene spiegata solitamente dicendo che l'evoluzione è stata fortemente canalizzata da pressioni selettive simili. Infine, sono noti fossili che, per quanto riguarda grandezza, morfologia, ecologia, stadi di sviluppo e di

riproduzione, non possono essere distinti da forme recenti, nonostante si attribuisca loro un'età molto antica, suggerendo così una sostanziale costanza delle specie nell'arco delle ere geologiche.

Mentre la biologia prende in esame la varietà delle specie oggi viventi e il loro modo di vita fino al livello molecolare, la paleontologia studia il mondo animale e vegetale di ambienti vitali esistenti sulla nostra Terra nel passato, per cui viene considerata anche una scienza delle origini. Secondo le dottrine macroevoluzionistiche, i singoli tipi di organizzazione si sarebbero sviluppati gradualmente, allontanandosi gli uni dagli altri. In un simile quadro interpretativo, si presume che siano esistiti degli anelli di congiunzione fra tipi base diversi e fra unità sistematiche superiori, e che, con il numero crescente di fossili scoperti, vengano trovati anche gli anelli di congiunzione. Nonostante queste attese la paleontologia non è finora riuscita a fornire prove a favore dell'esistenza degli anelli di congiunzione. Anzi, ha fornito prove di una sostanziale costanza delle specie viventi e una serie di altre evidenze che mettono in dubbio sulla reale possibilità di esistenza di processi macroevolutivi basati su meccanismi di selezione naturale e di deriva genetica. Ad esempio:

- La maggior parte dei grandi gruppi di piante compare troppo repentinamente per poter essere inquadrata in un modello macroevolutivo graduale.
- Spesso le specie compaiono nell'ordine cronologico "sbagliato".
- Nella maggior parte dei casi, gli alberi genealogici possono essere ricostruiti solo se si ammettono numerose convergenze o reversioni (cioè il ritorno a caratteristiche originarie).
- All'interno delle singole unità sistematiche, di solito non è possibile dimostrare una tendenza dal semplice al complesso; ad esempio, nell'ambito del genere Psilophyton, la specie più complessa è la prima a comparire nella successione stratigrafica.
- Secondo la datazione comunemente accettata, la documentazione microfossile (reperti di spore) è precedente alla comparsa dei macrofossili (pezzi di assi, foglie, ecc.) di parecchie decine di milioni di anni; ciò significa che le piante in questione sarebbero esistite già da milioni di anni sulla Terra, prima di lasciare tracce di macrofossili conservatesi fino ad oggi; non si sa perché ciò potrebbe essere accaduto.

2. La visione sintropica dell'evoluzione

Quando si interpreta l'equazione energia/momento/massa si ottiene una rappresentazione dell'universo organizzata tra due polarità: il Big Bang e il Big Crunch che viene schematicamente delineata nella figura 1.

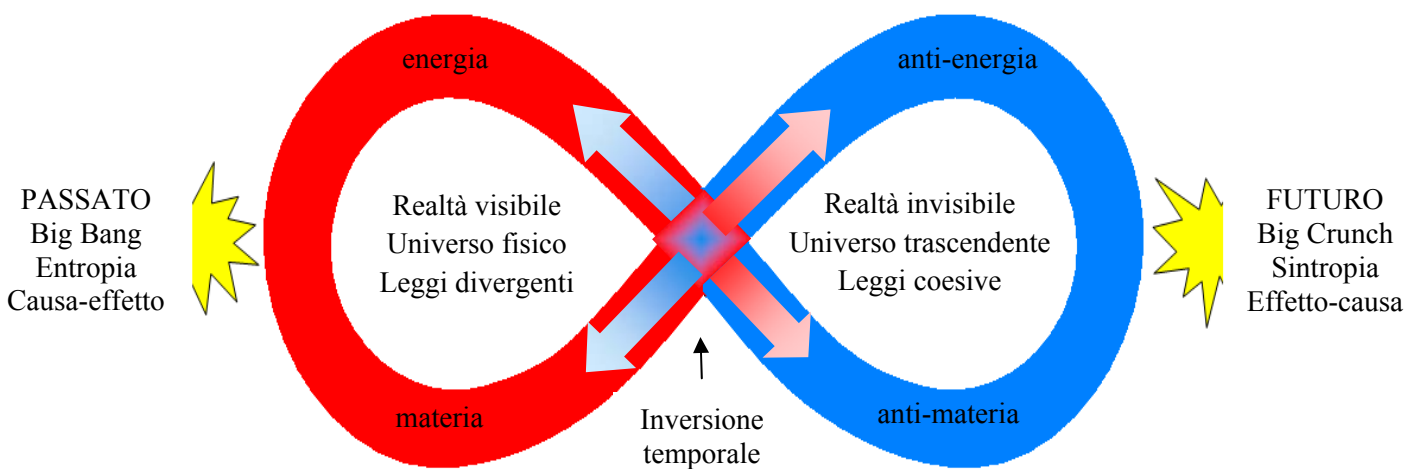


Figura 1 – Rappresentazione grafica della visione cosmologica basata sull'equazione energia/momento/massa

La figura 1 riporta in modo schematico la visione cosmologica basata sull'equazione energia/momento/massa. In sintesi:

- a sinistra abbiamo il Big-Bang (“grande esplosione”), dal quale hanno origine la materia e l'energia e le leggi della meccanica governate dall'entropia (*energia divergente*).
- A destra abbiamo il Big Crunch (“grande contrazione”), dal quale hanno origine l'antimateria e l'antienergia e le leggi della vita governate dalla sintropia (*energia convergente*).
- A partire dal Big-Bang la velocità di espansione dell'universo tende a diminuire fino ad annullarsi al centro della rappresentazione grafica, quando l'universo inizia ad implodere e il tempo si inverte. In modo analogo il tempo dell'Universo trascendente (o anti-Universo) inizia da destra con il Big-Crunch e si muove a ritroso; quando arriva al punto di inversione temporale si inverte e inizia a muoversi in avanti.

L'equazione energia/momento/massa afferma che al momento del Big Bang esisteva esattamente tanta materia quanta antimateria. La domanda che i fisici si pongono è: perché allora viviamo in un mondo prevalentemente fatto di materia? Dove è finita l'antimateria?

Quando si accetta come valida la soluzione negativa dell'equazione energia/momento/massa, l'antimateria si muove a ritroso nel tempo. Anche se al momento del Big-Bang si era creata tanta materia quanta anti-materia e tanta energia quanta anti-energia, l'antimateria e l'anti-energia hanno immediatamente iniziato a muoversi a ritroso nel tempo, mentre la materia e l'energia hanno iniziato a muoversi in avanti, distanziandosi istantaneamente tra di loro. Secondo questa equazione, l'universo è composto dalla stessa quantità di materia e di anti-materia, ma queste due realtà si muovono in universi simmetrici che entrano in contatto tra loro tramite un filtro, il punto centrale di inversione temporale. Secondo questa rappresentazione, tutto ciò che è divergente è retto dalle leggi dell'entropia, mentre tutto ciò che è convergente è retto dalle leggi della sintropia (che si muove a ritroso nel tempo).

E' quindi necessario capire come l'Universo trascendente si organizza, prima di poterci avventurare nella spiegazione e nella comprensione della vita e della sua organizzazione. Come è noto, l'energia inizialmente indifferenziata del Big-Bang si è organizzata in atomi, ammassi, galassie, sistemi solari e pianeti grazie alle forze coesive, ad esempio le forze gravitazionali. In modo analogo l'anti-energia, che diverge a ritroso nel tempo, era inizialmente indifferenziata al momento del Big-Crunch e si è organizzata e strutturata grazie alle forze opposte provenienti dal passato. Si ipotizza quindi che l'Universo trascendente presenti una struttura complessa fatta di un attrattore centrale che corrisponde al momento del Big-Crunch e una complessità di attrattori sempre più articolata nel momento in cui andiamo a ritroso nel tempo, allontanandoci dal Big-Crunch. Di conseguenza l'energia che proviene dal futuro non sarebbe energia indifferenziata, ma strutturata e formata al suo interno da attrattori organizzati gerarchicamente in strutture complesse ed articolate. La vita che è espressione della legge della sintropia sarebbe quindi una manifestazione, sul piano fisico, dell'Universo trascendente e dei suoi attrattori.

Nel momento in cui gli attrattori interagiscono con sistemi entropici, fisici, si ottiene la geometria frattale, le famose forme che stanno affascinando medici e biologi a causa della loro similarità con le forme e le strutture dei sistemi viventi (Vannini, 2005).

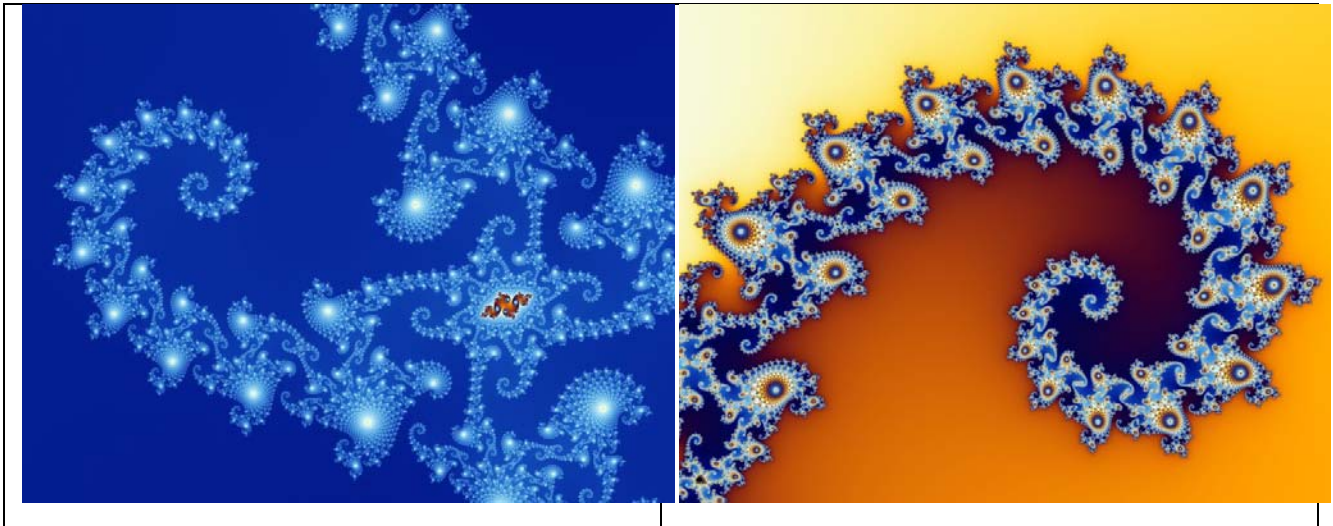


Figura 2 – Esempio di figure frattali
(immagini tratte da Wikipedia).

A questo proposito, è straordinaria la quantità di strutture frattali osservabili all'interno del corpo umano, ad esempio:

1. Le arterie e le vene coronariche presentano ramificazioni di tipo frattale. I vasi principali si ramificano in una serie di vasi più piccoli che, a loro volta, si ramificano in vasi di calibro ancora più ridotto. Sembra, inoltre, che queste strutture frattali abbiano un ruolo vitale nella meccanica della contrazione e nella conduzione dello stimolo elettrico eccitatorio: l'analisi spettrale della frequenza cardiaca mostra che il battito normale è caratterizzato da un ampio spettro che ricorda una situazione caotica.
2. Anche i neuroni presentano una struttura simile ai frattali: se si esaminano a basso ingrandimento si possono osservare ramificazioni asimmetriche (i dendriti) connesse con i corpi cellulari, a ingrandimento leggermente superiore si osservano ramificazioni più piccole a partire da quelle più grandi e così via.
3. Le vie aeree polmonari ricordano i frattali generati al computer. Bronchi e bronchioli formano un albero con ramificazioni multiple, la cui configurazione si presenta simile sia ad alto che a basso ingrandimento. Misurando i diametri dei diversi ordini di ramificazione, si è appurato che l'albero bronchiale può essere descritto con la geometria frattale.

La geometria frattale suggerisce che l'organizzazione e l'evoluzione dei sistemi viventi (tessuti, sistema nervoso, organismi e specie viventi) possa essere guidata da attrattori che retroagiscono sul sistema vivente grazie alle proprietà retrocausali della sintropia.

Il biologo Rupert Sheldrake fa riferimento alla teoria di René Thom (1923-2002) “*La teoria delle catastrofi*” (Thom, 1980) che individua negli attrattori il punto di arrivo del processo, la forma finale. Sheldrake introduce così l'ipotesi della *causalità formativa*, secondo la quale la morfogenesi (il prendere forma) è guidata da attrattori, cioè da processi retrocausali (effetto-causa). Il termine “morfico” nasce dalla radice greca *morphe* = forma e viene utilizzato per sottolineare l'aspetto strutturale. Il lavoro di Thom introduce l'idea che il prendere forma dipenda da cause che retroagiscono dal futuro (attrattori), cioè da un meccanismo identico e sovrapponibile a quello della sintropia di Fantappiè.

In modo analogo a quanto affermava Michelangelo con la famosa frase “*la bravura dell'artista sta nel far emergere la figura che è già presente nel marmo*”, il successo di una specie vivente consiste nel far emergere l'attrattore che è già presente nell'organismo e che retroagisce dal futuro. La teoria della sintropia porta così a formulare l'ipotesi che l'organizzazione dei sistemi viventi in specie rappresenti l'organizzazione degli attrattori che retroagiscono dal futuro. Secondo questa ipotesi, i geni ed il DNA

avrebbero la funzione di mettere in relazione le singole cellule con gli attrattori e non tanto di codificare informazione proveniente dal passato. Ciò sarebbe alla base dell'incredibile stabilità delle specie viventi, della loro convergenza verso forme comuni e spiegherebbe i risultati "anomali" ottenuti da Driesch negli esperimenti condotti su embrioni di ricci di mare che mostrano che se ad un riccio allo stadio bicellulare viene tolta una delle due cellule, la cellula rimanente non dà origine a metà di un riccio, bensì genera un riccio piccolo, ma completo. Le forme viventi tendono comunque verso l'attrattore dal quale acquisiscono la forma, indipendentemente da ciò che accade nel loro passato. Di conseguenza, l'unico modo per manipolare gli esseri viventi è quello di modificare la loro connessione con l'attrattore intervenendo sulla parte genetica.

Un altro risultato sperimentale "anomalo" che può essere facilmente spiegato in termini di attrattori è la scoperta di Sheldrake che i membri di uno stesso gruppo, ad esempio gli animali di una stessa specie, sono in grado di condividere conoscenze senza che vi sia alcun tramite fisico nella trasmissione di tali conoscenze (Sheldrake, 1981). Gli esperimenti condotti da Sheldrake mostrano che quando un topo impara un nuovo comportamento, si genera una tendenza in ogni topo simile (della stessa razza) ad imparare lo stesso comportamento più rapidamente in futuro. Più grande è il numero di topi che hanno imparato ad eseguire quel determinato compito, più facile è, per ogni topo simile, imparare la stessa cosa. Per esempio, se migliaia di topi vengono addestrati ad eseguire un nuovo compito in un laboratorio a Londra, topi simili imparano più rapidamente ad eseguire lo stesso compito nei laboratori di ogni parte del mondo. Se la velocità di apprendimento dei topi in un laboratorio a New York viene misurata prima e dopo l'addestramento dei topi a Londra, si trova che nel secondo esperimento l'apprendimento risulta più rapido che nel primo. Questo effetto avviene in assenza di ogni connessione o comunicazione nota fra i due laboratori. Lo stesso effetto si osserva nello sviluppo dei cristalli. In generale la facilità di cristallizzazione cresce con il numero di volte che l'operazione è stata eseguita anche quando non è individuabile alcun modo in cui questi nuclei di cristallizzazione possano essersi spostati da un luogo all'altro e aver infettato le diverse soluzioni.

Al fine di spiegare questo strano risultato degli esperimenti, Sheldrake introduce il concetto di *campo morfogenetico*:

Oggi gli effetti gravitazionali, come quelli elettromagnetici, vengono spiegati in termini di campi. Mentre la gravità newtoniana sorgeva in qualche modo inspiegato dai corpi materiali e da essi si diffondeva nello spazio, nella fisica moderna i campi sono la realtà primaria e facendo ricorso a tali campi si cerca di capire sia i corpi materiali sia lo spazio compreso fra di essi. Il quadro è complicato dal fatto che vi sono vari tipi diversi di campo. In primo luogo c'è il campo gravitazionale, che nella teoria della relatività generale di Einstein viene identificato come la geometria dello spaziotempo, che si incurva in presenza della materia. Poi c'è il campo elettromagnetico, in cui sono localizzate le cariche elettriche e in cui la radiazione elettromagnetica si propaga sotto forma di onde. Secondo la teoria quantistica, queste onde consistono di quanti, detti fotoni, simili a particelle e dotati di un campo. In terzo luogo, la teoria quantistica dei campi (QFT, Quantum Field Theory) considera le particelle subatomiche come quanti di eccitazione di campi materiali. Ogni tipo di particella ha un proprio particolare tipo di campo: per esempio, un protone è un quanto del campo protone-antiprotone, un elettrone un quanto del campo elettrone-positrone e così via (Sheldrake, 1981).

Nella teoria dei campi morfogenetici di Sheldrake i fenomeni sono spiegati da una combinazione dei concetti di campo spaziale e di energia. L'energia può essere considerata la causa del mutamento, mentre ai campi può essere attribuito l'ordine del mutamento della struttura. I campi hanno effetti fisici, ma non sono essi stessi un tipo di energia, agiscono come un attrattore, una causa geometrica o spaziale.

La teoria della sintropia traduce "campi morfogenetici" in "attrattori morfogenetici" o "retrocausalità morfogenetica" ed è in accordo con la conclusione di Sheldrake secondo la quale i campi morfogenetici sono alla base della causalità formativa. Gli attrattori sarebbero la causa della morfogenesi, dell'evoluzione e del mantenimento della forma dei sistemi viventi a tutti i livelli di complessità, non solo a livello di forma della superficie, ma anche al livello interno dei processi e degli obiettivi che motivano il comportamento.

La teoria della sintropia mostra che la retrocausalità, cioè gli attrattori che retroagiscono dal futuro sul presente, consentono di spiegare in modo causale i misteri della vita e il mistero dei campi. Secondo la teoria della sintropia, la vita è guidata da attrattori, cause che retroagiscono dal futuro, con proprietà simili alle entelechie di Driesch, che in modo analogo a quanto accade per la geometria frattale contengono la forma e il progetto dell'organismo. La morfogenesi viene così spiegata come conseguenza di attrattori che, retroagendo sul presente, guidano l'evoluzione e la crescita. Questi attrattori sarebbero alla base della morfogenesi e di ciò che in genere viene indicato come il *progetto*. Gli attrattori sono la causa della forma, benché non sono la sola causa. Ad esempio, per costruire una casa occorrono dei mattoni e altri materiali costruttivi; occorrono dei muratori che collochino i materiali al loro posto; e occorre un progetto, un attrattore, che determini la forma della casa. Se il progetto è diverso, gli stessi muratori, facendo la stessa quantità di lavoro totale e usando una quantità simile di materiali, producono una casa diversa. Nella costruzione di una casa esiste un *campo* che corrisponde alla forma che è presente nel progetto. E' da notare che gli attrattori sarebbero alla base dell'incredibile stabilità delle specie animali e vegetali che, nonostante le differenze individuali, rimangono stabili ed unitarie. Vi è qualcosa che tiene assieme gli individui, qualcosa che contrasta le spinte divergenti della legge dell'entropia.

Lo stesso può essere detto per le cellule, i tessuti, gli organi e i sistemi viventi in generale. Per ogni specie, per ogni tipo di cellula e di organo esisterebbero degli attrattori che coincidono con il progetto. Il progetto corrisponde al campo che guida il sistema vivente verso la forma. Secondo la legge della sintropia, i sistemi viventi e gli organismi sono organizzati secondo una gerarchia di attrattori che dal particolare vanno al generale per giungere all'attrattore finale che è unitario.

Nella morfogenesi, l'approccio *meccanicista* alla biologia attribuisce un ruolo di primaria importanza alla genetica ed al DNA. Nel 1942 Conrad Waddington coniò il termine *epigenetica* per indicare la branca della biologia che studia le interazioni causali fra i geni e il fenotipo, cioè la manifestazione fisica dell'organismo. Secondo l'epigenetica il fenotipo è la conseguenza di mutazioni ereditarie causate da meccanismi di mutazione genetica. Queste mutazioni durano per il resto della vita e possono trasmettersi a generazioni successive attraverso le divisioni cellulari, senza tuttavia che le corrispondenti sequenze di DNA siano mutate. E' da notare, però, che la formazione spontanea della più piccola molecola di proteina richiede più di 10^{600} mutazioni. In base alla termodinamica ordinaria e considerando che le proteine più piccole sono composte da 2.000 atomi, non basterebbe il tempo intercorso dal Big Bang e tutte le combinazioni possibili tra gli atomi dell'universo, per giustificare la formazione spontanea anche solo della più piccola molecola di proteina. Inoltre, nel momento in cui questa proteina dovesse formarsi per effetto del caso, verrebbe subito annientata dalla legge dell'entropia che porta alla distruzione di qualsiasi forma di ordine. L'ipotesi che le caratteristiche della vita possano aggiungersi per mezzo delle mutazioni casuali, descritte dall'epigenetica, è contraddetta da questi semplici calcoli che dimostrano che la formazione spontanea della molecola più semplice di proteina è impossibile per effetto del caso. E' da notare, inoltre, che l'ipotesi epigenetica implica che qualcuno o un qualche misterioso meccanismo abbia inserito le proprietà della vita, i programmi genetici e le istruzioni genetiche, nei sistemi viventi. L'epigenetica scade così nel campo della metafisica ed il programma genetico sembra essere molto simile ad un fattore metafisico travestito dei panni del meccanicismo. Rimane infatti aperto il problema di come il programma genetico possa essersi formato per caso, in una realtà retta dalla legge dell'entropia che porta ad annullare ogni forma di ordine, di informazione e di organizzazione.

Albert Szent-Gyorgyi suggeriva l'esistenza di una forza simmetrica all'entropia:

Una delle differenze principali tra le amebe e gli esseri umani è l'aumento di complessità che presuppone l'esistenza di un meccanismo che sia in grado di contrastare la legge dell'entropia. In altre parole deve esistere una forza che è in grado di contrastare la tendenza universale della materia verso il caos e dell'energia verso la morte termica. La vita mostra continuamente una diminuzione di entropia e un aumento nella sua complessità interna e spesso anche nella complessità dell'ambiente, in diretto contrasto con la legge dell'entropia (Szent-Gyorgyi, 1977).

Gli attrattori costituirebbero il comun denominatore di una collettività di individui. Ad esempio, l'attrattore *genere umano* accomuna tutti gli esseri umani, l'attrattore *topo* accomuna tutti i topi. Gli attrattori operano come dei ponti, dei ripetitori, che trasmettono a tutti gli individui ad esso collegati le soluzioni ai problemi, le scoperte. Questo meccanismo spiega i risultati osservati da Sheldrake nei suoi esperimenti, dove topi di laboratori londinesi imparavano a risolvere un compito e automaticamente tutti i topi della stessa specie, dei laboratori di tutto il pianeta, appartenenti allo stesso attrattore (alla stessa specie e alla stessa razza) risolvevano lo stesso compito con maggiore facilità. Gli individui, grazie all'interazione con il mondo fisico, fanno esperienza e questa esperienza viene rimbalzata dall'attrattore, al quale l'organismo individuale è collegato, a tutti gli altri individui della stessa specie. Quando questa informazione è utile per la sopravvivenza viene rinforzata dagli altri individui. Il meccanismo degli attrattori porta a selezionare e rinforzare solo ciò che è utile per la vita; quando informazioni utili per la sopravvivenza vengono individuate diventano patrimonio dell'attrattore, vengono messe in una specie di magazzino dei progetti, al quale il DNA si collega. L'informazione genetica si crea così come somma dell'esperienza di tutti gli individui che condividono lo stesso attrattore. I geni non sono perciò magazzini di informazioni, ma *antenne* che collegano le nostre cellule, il nostro organismo, al patrimonio informativo dell'attrattore. I geni ci collegano a questo patrimonio informativo e quando questo collegamento viene interrotto emergono le disfunzioni e le malattie.

La teoria della sintropia suggerisce che il meccanismo alla base dei processi macroevolutivi, in grado di contrastare la legge dell'entropia, sia caratterizzato da attrattori che retroagiscono grazie alle proprietà coesive e convergenti della sintropia. Ciò non si contrappone con la teoria dell'evoluzione la cui validità viene, però, circoscritta all'ambito della microevoluzione.

Bibliografia

- Monod J (1974), *Il caso e la necessità*, Oscar Mondatori, Milano 1974.
Sheldrake R (1981), *L'ipotesi della causalità formativa*, Red edizioni, 1981.
Szent-Gyorgyi A (1977), *Drive in Living Matter to Perfect Itself*, Synthesis 1977, 1(1): 14-26.
Thom R (1980), *Stabilità strutturale e morfogenesi. Saggio di una teoria generale dei modelli*, Milano, Einaudi, 3^a ed. 1985.
Vannini A (2005), *From mechanical to life causation*, Syntropy 2005 (1): 80-105.