

Silvia Salese

## LA TEORIA SISTEMICA DEGLI ORGANISMI VIVENTI

*Solo se riusciremo a vedere l'universo come un tutt'uno in cui ogni parte riflette la totalità e in cui la grande bellezza sta nella sua diversità, cominceremo a capire chi siamo e dove stiamo. Altrimenti saremo solo come la rana del proverbio cinese che, dal fondo di un pozzo, guarda in su e crede che quel che vede sia tutto il cielo.*

Tiziano Terzani, *Lettere contro la guerra*.

La visione sistemica della vita è quanto più profondamente ci coinvolge con tutto ciò che ci circonda. Essa rappresenta la controparte di una concezione riduttivistica ed elementarista dei fenomeni osservati, promossa dalla scienza classica di Newton e Cartesio (e *compagnia...*).

La scienza sistemica, analogamente alla fisica quantistica, sostiene che i sistemi viventi non possano essere analizzati nei termini delle proprietà delle sue parti. Le proprietà essenziali di un organismo sono proprietà del tutto, che nessuna delle parti possiede singolarmente. Ne consegue che tali proprietà mutino radicalmente quando il sistema viene sezionato, materialmente o teoricamente, in elementi isolati.

Ancora una volta, cosa possiamo dire di conoscere nella sua interezza? La teoria dei sistemi, come l'intera scienza moderna, si poggia interamente su un'unica certezza, vale a dire che esiste solo una **conoscenza approssimata**. Questa intuizione è di importanza cruciale, in quanto è la constatazione che tutti i concetti e le teorie scientifiche sono limitate ed impossibilitate a fornire comprensioni complete e definitive. Ma vediamo lo sviluppo di questa visione.

Iniziatore sistemico per eccellenza è stato **Ludwig von Bertalanffy**. Egli per primo si rese conto che i sistemi viventi non potevano essere descritti secondo le leggi della termodinamica classica, i cui presupposti sono che ogni sistema fisico deve per forza procedere nella direzione di un disordine sempre crescente (o **entropia**). Ciò che veniva osservato infatti, era la direzione esattamente opposta, vale a dire che l'universo vivente era un sistema aperto che si evolve effettivamente dal disordine verso l'ordine.

Caratteristiche primarie dei sistemi aperti è il flusso e il cambiamento continui per rimanere vivi, una sorta di costante riflusso di materia ed energia dal loro ambiente con cui si auto-organizzano.

Il concetto di **auto-organizzazione** o **auto-regolazione** fu approfondito dalla **cibernetica**, ed in particolar modo da **Norbert Wiener** e **John von Neumann**. La macchina cibernetica infatti, è una sorta di simulazione dell'organizzazione dei sistemi viventi.

Essa è fondata sul **feedback loop**, o anello di retroazione, che altro non è che una disposizione circolare di elementi connessi casualmente, in cui una causa iniziale si propaga lungo le connessioni dell'anello, in modo tale che ogni elemento agisca sul successivo finché l'ultimo propaga di nuovo l'effetto al primo elemento del ciclo. La conseguenza di questa disposizione è che la prima connessione (input) subisce l'effetto dell'ultima (output), il che dà come risultato l'autoregolazione dell'intero sistema.

**Heinz von Foerster** conìò, sul finire degli anni '50, l'espressione **ordine dal rumore**, per indicare che un sistema che si auto-organizza non si limita a importare ordine dal proprio ambiente, ma

assorbe materia ricca di energia, la integra nella propria struttura e in questo modo accresce il proprio ordine interno.

Fu invece **Ilya Prigogine** a mettere in luce che la dissipazione di energia, normalmente associata ad una perdita, sia in realtà una fonte di ordine e di complessità nei sistemi aperti.

Egli partì dal fenomeno di convezione del calore noto come *instabilità di Bénard*, caso classico di auto-organizzazione. Come tutti potremmo osservare con macchinari adeguati, quando un liquido viene riscaldato uniformemente dal basso, si stabilisce un flusso costante di calore dal basso verso l'alto. Nel momento in cui la differenza di temperatura fra le superfici superiore e inferiore raggiunge un dato valore critico, alla soglia dell'instabilità, alla conduzione subentra improvvisamente la *convezione*. A questo punto appare al microscopio uno schema sorprendente di celle esagonali, in cui il liquido più caldo sale attraverso il centro delle celle, mentre il liquido più freddo scende verso il fondo lungo le loro pareti.

Anche il *laser* può essere considerato un fenomeno di auto-organizzazione tipico di un sistema lontano dall'equilibrio. Negli anni '70 infatti, **Hermann Haken** mostrò che l'attività del laser ha inizio al raggiungimento di un dato valore critico; a questo punto un'onda di luce in una miscela incoerente di piccole onde emesse da singoli atomi, stimola un atomo eccitato ad emettere energia in modo tale che l'onda luminosa venga amplificata. Questa a sua volta può stimolare un altro atomo ad amplificarla ulteriormente e così via, fino a che il passaparola non porterà ad una valanga di amplificazioni (forse non tutti sanno che il termine "laser" è un acronimo di *Light Amplification through Stimulated Emission of Radiation*).

**Humberto Maturana** e **Francisco Varela** hanno ricondotto la proprietà della *circolarità*, per cui ogni componente di un sistema partecipa alla produzione o alla trasformazione di altre componenti della rete, alla organizzazione di base di *tutti* i sistemi viventi, la "vera organizzazione del vivente". A tale proprietà i due neurofisiologi diedero il nome di *autopoiesi*.

Gli studi di **James Lovelock**, chimico dell'atmosfera, conducono alla considerazione del fatto che queste proprietà sono presenti nei micro-organismi viventi esattamente come nei macro-organismi. L'atmosfera terrestre infatti è una miscela di gas straordinariamente instabile, eppure la sua combinazione rimane costante per periodi di tempo molto lunghi grazie al meccanismo dell'auto-regolazione.

Lovelock ipotizzò allora che la Terra sia in grado di regolare la sua temperatura, la composizione dell'atmosfera, la salinità del mare e tutte le altre componenti proprio come certi organismi viventi sono in grado di autoregolare e mantenere costanti la temperatura corporea e altre variabili (è questa la famosa ipotesi che un romanziere chiamò "ipotesi di Gaia").

La caratteristica notevole degli anelli di retroazione di Gaia consiste nel fatto che essi collegano sistemi viventi e non viventi, per cui non possiamo più pensare alle rocce, agli animali e alle piante come entità separate, ma come componenti di un anello strettamente concatenati.

La concezione sistemica della vita porta spontaneamente alla questione dell'ecologia. **Fritjof Capra**, il cui contributo è illuminante in questo senso, distingue tra ecologia superficiale e profonda. La prima è *antropocentrica*, cioè centrata sull'uomo, considerato come al di sopra o al di fuori della Natura, come fonte di tutti i valori. La seconda invece non separa gli esseri umani, né ogni altra cosa, dall'ambiente naturale: essa non vede il mondo come un insieme di oggetti separati, ma come una rete di eventi interconnessi e interdipendenti. In essa, l'uomo è semplicemente un filo particolare nella trama della vita.

Ogni sistema naturale, in accordo con la teoria sistemica, è considerato una totalità. Le strutture specifiche di ogni sistema, derivano dalle interazioni e dall'interdipendenza delle loro parti, ed esse vengono distrutte, o quanto meno profondamente alterate, alla scomposizione del sistema in componenti isolati.

Ora, se si considera il funzionamento di una macchina, con un numero definito di componenti assemblate insieme in modo preciso e determinato, è risaputo che, qualora ci fosse un guasto, sarebbe possibile identificarlo in una di queste componenti. La riparazione consisterà nella sostituzione della parte danneggiata e il sistema riprenderebbe a funzionare.

Ma se le macchine funzionano come catene lineari di causa ed effetto, lo stesso non si può dire, come abbiamo visto, di tutto ciò che è "vivente". In un anello di retroazione il "guasto" è causato da fattori multipli che possono amplificarsi reciprocamente per mezzo di anelli di retroazione indipendenti. Ecco perché qualsiasi intervento che non tenga conto dell'intero sistema può risultare di una pericolosità estrema: pensiamo all'ecologia ambientale, alla cura medica, al supporto psicologico, agli interventi di sfruttamento di popoli e territori. I risultati infatti, parlano decisamente chiaro. Scrive Capra:

*Quanto più si studia il mondo vivente, tanto più ci si rende conto che la tendenza ad associarsi, a stabilire connessioni, a vivere l'uno all'interno dell'altro e a cooperare è un carattere essenziale degli organismi viventi. [Capra, 1982]*

I sistemi viventi infatti, descrivono un ordine stratificato che li connette tutti insieme, come in un diagramma ad albero in cui nessun estremo domina sull'altro e in cui tutti i livelli interagiscono in maniera interdipendente per sostenere il funzionamento del tutto.

Non è possibile pensare che l'intervento su un qualsiasi sistema, da quello ambientale a quello individuale, non abbia dunque un'importante influenza sul suo funzionamento generale. L'organizzazione del più piccolo dei batteri infatti, è in linea di principio la stessa di ogni organismo vivente, e tutti insieme formano, a loro volta, un sistema più ampio e complesso.

La rete della vita contempla tutto, e nulla ne rimane escluso per sua stessa natura.

## **BIBLIOGRAFIA**

Capra F. (1982), *Il punto si svolta – Scienza, società e cultura emergente*, Milano, Feltrinelli, 2000.

Capra F. (1996), *La rete della vita – Una nuova visione della natura e della scienza*, Milano, Rizzoli, 2001.