

GIANFRANCO MINATI*

INTRODUZIONE AL PENSIERO SISTEMICO E AI SUOI RECENTI SVILUPPI

1. *Accenni alla Sistemica introdotta da Bertalanffy*

Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) è generalmente riconosciuto come il padre della Sistemica. È stato un importante biologo teorico. Aveva inoltre una conoscenza tale della matematica da permettergli di formulare modelli matematici dei sistemi. Ricoprì varie posizioni di rilievo, come all'Università di Vienna (1934-1948), all'Università di Ottawa (1950-1954), al Mount Sinai Hospital (Los Angeles) (1955-1958), all'Università di Alberta (1961-1968) e all'Università di New York (SUNY) (1969-1972). L'idea di un approccio teorico alla tematica dei sistemi fu introdotta da Bertalanffy per la prima volta nel 1937 durante una conferenza di filosofia tenutasi a Chicago.

Nel 1956, ad un incontro della American Association for the Advancement of Science (AAAS), fondata nel 1848, fondò, insieme all'economista Kenneth Boulding¹, al neurofisiologo Ralph Gerard, all'antropologa Margaret Mead, al biologo James Grier Miller e al matematico Anatol Rapoport, la *Society for General Systems Research*, di cui fu vice-presidente. Nel 1968 pubblicò il libro fondante *General System Theory*². In esso si riteneva possibile la generalizzazione teorica dei problemi, della loro modellizzazione e degli approcci tramite il concetto di sistema. La generalizzazione si riferiva a proprietà come adattività, apertura-chiusura, autoregolazione, crescita, dissipazione e omeostasi, per la rappresentazione sistemica di fenomeni diversi considerati affrontabili con gli stessi approcci teorici. Questa impostazione venne dopo l'introduzione della cibernetica³ da parte di Norbert Wiener⁴.

* Associazione Italiana per la Ricerca sui Sistemi (AIRS).

¹ K. BOULDING, *General Systems Theory: The skeleton of science*, «Management Science», 2 (1956), pp. 197-208.

² L. BERTALANFFY, *General System Theory. Development, Applications*. George Braziller, New York 1967; tr. it. di E. Bellone, *Teoria Generale dei Sistemi*, Mondadori, Milano 2004; ID., *Perspectives on General System Theory: Scientific-Philosophical Studies*, George Braziller, New York 1975.

³ N. WIENER, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, MIT Press, Cambridge (MA) 1948.

⁴ Il concetto di 'sistema' era compiuto nella cibernetica di Wiener, come è evidente anche dal fondamentale A. ROSENBLUETH - N. WIENER - J. BIGELOW, *Behavior, Purpose and Teleology*, «Philosophy of Science», 10 (1943), 1, pp. 18-24.

Seguì un'intensa attività di ricerca attorno all'uso del concetto di sistema da un punto di vista teorico⁵ per generalizzare proprietà formulate per fenomeni considerati precedentemente in diversi contesti disciplinari⁶ e per esplorare possibilità applicative⁷.

Come dal titolo del libro di Bertalanffy *General System Theory* si considerava l'uso di 'un' *sistema generale* per modellare fenomeni diversi.

Si trattava del concetto di *Sistema Generale* inteso di generalità teorica tale da potersi applicare in principio a fenomeni e processi di *qualsiasi* natura e si basava sull'individuazione di proprietà e principi *trasversali* alle discipline (di natura quindi interdisciplinare). Tali concetti⁸ sono delineati in Tavola 1.

<ol style="list-style-type: none"> 1. Anticipazione^a; 2. Regolabilità; 3. Loop negativi di autoregolazione; 4. Loop positivi; 5. Automazione; 6. Completezza (i modelli descrivono <i>tutti</i> i comportamenti possibili); 7. Incertezza calcolabile (incertezza <i>certa-computabile</i>); 8. Indipendenza dal contesto; 9. Controllabilità; 10. Possibilità di <i>calcolare</i> la decisione migliore (ipotesi razionale); 11. Gradi di libertà (variabili del sistema e limiti numerici) fissi e in numero limitato; 12. Prevedibilità; 13. Crescita come incrementi quantitativi senza occuparsi della loro coerenza; 14. Obiettivi prestabiliti e non modalità per <i>orientare</i> acquisizione di proprietà; 15. <i>Apertura</i> di natura termodinamica (permeabilità di barriere del sistema); 16. Ottimizzabilità intesa come sempre possibile e positiva; 17. Organizzabilità ottimale e calcolabile; 18. Pianificabilità; 19. Precisione (poi ridimensionata dall'introduzione dei <i>fuzzy-set</i> e <i>fuzzy-logic</i>); 20. Reversibilità; 21. Ricerca della soluzione ottimale assunta esistente; 22. Rappresentabilità simbolica; 23. Standardizzabilità; 24. Separabilità sia tra entità, sia tra processi (loro indipendenza reciproca; il tipico caso dell'assunzione di separabilità dall'ambiente) <p>^a R. ROSEN, <i>Anticipatory systems</i>, Pergamon Press, New York 1985.</p>
--

Tavola 1. *Esempi di parole e concetti utilizzati dalla Sistemica introdotta da Bertalanffy*

⁵ Ad esempio in M.D. MESAROVIC, *On some mathematical results as properties of general systems*, «Mathematical systems Theory», 2 (1968), pp. 357-361; Id., *A Mathematical Theory of General System Theory*, in G.J. KLIR (ed.), *Trends in General System Theory*, Wiley, New York 1972, pp. 251-269; M.D. MESAROVIC - Y. TAKAHARA, *Abstract Systems Theory*, Springer, Berlin 1989.

⁶ Si veda, ad esempio, C.W. CHURCHMAN, *The Systems Approach*, Delacorte Press, New York 1968; Id., *The Design of Inquiring Systems: Basic Concepts of Systems and Organization*, Basic Books, New York 1971; Id., *The Systems Approach and Its Enemies*, Basic Books, New York 1979.

⁷ Si veda, ad esempio, A. RAPOPORT, *General System Theory*, in D.L. SILLS (ed.), *The International Encyclopedia of Social Sciences*, Macmillan & The Free Press, New York, 15 (1968), pp. 452-458; J. SUTHERLAND, *A General Systems Philosophy for the Social and Behavioral Sciences*, George Braziller, New York 1973.

⁸ Si veda anche G. MINATI, *Sistemi: origini, ricerca e prospettive*, in L. URBANI ULIVI (a cura di), *Strutture di mondo. Il pensiero sistemico come specchio di una realtà complessa*, Il Mulino, Bologna 2010, pp. 15-46.

Vari motivi portarono poi alla terminologia *General Systems*, ad esempio per riferirsi all'uso di più sistemi singoli per modellare categorie di fenomeni, alla dimensione inter-disciplinare e alla possibilità di usare modellizzazioni sistemiche multiple corrispondenti a proprietà sistemiche differenti. Questo aiuta un po' a chiarire la transizione avvenuta nell'uso da *General System* a *General Systems*.

Si è assistito al fenomeno per cui le proprietà sistemiche considerate inizialmente esterne alle singole discipline, trasversali e da studiarsi di per sé ove i casi disciplinari erano esemplificativi di specificità, sono state considerate direttamente dalle discipline e da loro studiate con la prospettiva di generalizzazione.

È il periodo dell'*interdisciplinarietà* intesa come l'applicazione di uno stesso modello da una disciplina a un'altra, quando le soluzioni in una disciplina lo sono anche per un'altra usando cambiamenti del significato delle variabili.

Il concetto di sistema che è stato elaborato in quasi qualsiasi ambito disciplinare e consentendo approcci interdisciplinari come in Biologia, Chimica, Scienze Cognitive, Economia, Educazione, Medicina, Fisica, e Sociologia, ha concettualmente permesso o favorito lo stabilirsi di teorie come la Teoria degli Automi, la Teoria dei Controlli, la Teoria delle Catastrofi, lo sviluppo della Cibernetica dal primo al secondo ordine⁹, la Teoria dei Giochi, e la Dinamica dei Sistemi.

Il termine sistema è frequentato da pressoché qualsiasi contesto disciplinare.

Tuttavia il sogno di un sistema generale di Bertalanffy si disgregava in miriadi di approcci singoli anche se con un certo livello di generalizzabilità sia pur di difficile usabilità per un quadro generale. *Per cui si arriva a conoscere sistemicamente molto di aree specifiche, ma con difficoltà a 'mettere insieme'*. Ad esempio si ha difficoltà a introdurre teorie, approcci e modelli della coerenza, di coerenze multiple tra modelli e rappresentazioni diverse; così della equivalenza, completezza e compatibilità.

2. Verso una Seconda Sistemica, la Sistemica della complessità

Nel contesto concettuale delineato nel paragrafo 1. in cui abbiamo delineato la *Prima Sistemica* o la Sistemica di Bertalanffy si sono sviluppate teorie e approcci che hanno introdotto estensioni non linearmente riconducibili alla Sistemica e che hanno introdotto la tematica della complessità. Ad esempio la Teoria del Caos¹⁰, lo studio delle *strutture dissipative*¹¹ e l'introduzione della *Sinergetica*¹².

⁹ Nella seconda cibernetica si passa concettualmente dal *giocare un gioco* al *cambiare e inventare il gioco da giocare* con la centralità *teorica* del ruolo dell'osservatore non più solo generatore di relativismo ma di multi-modellizzazione ed emergenza come introdotto in H. VON FOERSTER, *Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition*, Springer, New York 2003.

¹⁰ Si veda, ad esempio, C.S. BERTUGLIA - F. VAIO, *Non linearità, caos, complessità. Le dinamiche dei sistemi naturali e sociali*, Bollati Boringhieri, Torino 2003; S. KAUFFMAN, *At Home in the Universe. The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*, Oxford University Press, Oxford 1996; tr. it. di F. Serra, *A casa nell'universo. Le leggi del caos e della complessità*, Editori Riuniti, Roma 2001; E. LORENZ, *Deterministic Non Period Flow*, «Journal of the Atmospheric Sciences», 20 (1963), pp. 130-141.

¹¹ G. NICOLIS - I. PRIGOGINE, *Self-Organization in Nonequilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order through Fluctuations*, Wiley, New York 1977; I. PRIGOGINE, *From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences*, W.H. Freeman & Co., New York, 1981; tr. it. di G. Bocchi - M. Ceruti, *Dall'essere al divenire*, Einaudi, Torino 1986.

¹² H. HAKEN, *Erfolgsgeheimnisse der Natur*, Deutsche Verlags, Stuttgart 1981; tr. it. di G. Longo, *Sinergetica. Il segreto del successo della natura*, Bollati Boringhieri, Torino 1983.

La complessità, *grande nemico* della Prima Sistemica, ha aperto una fase almeno *nuova*. Grande nemico perché i suoi problemi, effetti e proprietà non sono avvicinabili con i concetti delineati nell'elenco precedente. Richiedono nuovi contesti concettuali. Un po' come in fisica l'elettromagnetismo ha richiesto nuovi contesti concettuali altri dalla termodinamica. In letteratura si parla del delinarsi di una nuova Sistemica *Post-Bertalanffy*¹³. Piuttosto che proporre approcci definitivi della complessità, tentati in letteratura in vari modi, elencheremo alcune sue caratteristiche proprietà che non possono essere affrontate con l'utilizzo della Sistemica classica come indicato in Tavola 2.

1. Emergenza^b come acquisizione continua dinamica irregolare e *imprevedibile* ma coerente di proprietà multiple (come per sciami, stormi, ecosistemi, traffico) quali comportamento, forme, simmetrie, e topologiche;
2. Dinamica *strutturale* quando la dinamica non riguarda la variazione nel tempo e nello spazio della *stessa* struttura (ad esempio di un oggetto), ma della struttura dell'oggetto che si mantiene coerente (vedi esempi al punto 1);
3. Inter-dipendenza concettuale con l'ambiente, vale a dire non-separabilità dall'ambiente;
4. Apertura *logica*^c come molteplicità della modellizzazione;
5. Sviluppo come proprietà di *sistemi di crescita* (positive e/o negative);
6. Interdipendenza concettuale complessiva (*entanglement*);
7. Sistemi di equivalenze / non equivalenze dei modelli;
8. Incompletezza come impossibilità teorica di *completare* (considerare *tutti* gli aspetti con rappresentazioni di natura diversa) o come un grado di libertà indefinito;
9. Induzione di proprietà, piuttosto che prescrizioni o soluzioni;
10. Irreversibilità (Prigogine introdusse la non-reversibilità come prezzo per l'unicità);
11. Proprietà e fenomeni a bassa energia e alte diluizioni in grado di rompere equivalenze o simmetrie;
12. Molteplicità, compresi anche *sistemi multipli*^d stabiliti dinamicamente dagli stessi componenti;
13. Reti tra proprietà, vale a dire proprietà collegate;
14. Computabilità non-simbolica ed emergente;
15. Incertezza teorica come per i *principi di indeterminazione*;
16. Non-causalità, non linearità di sistemi di eventi, eventualmente in rete;
17. Non invasività (necessità di strategie ed approcci anche *perturbativi* per *orientare* il comportamento di un sistema complesso. Orientare la sua emergenza. Il comportamento di un sistema complesso non è decidibile);
18. Impossibilità di *prescrivere*. Possibilità di *indurre*;
19. Si esprime l'osservato in termini di osservatore;
20. Rappresentazioni non simboliche;
21. *Quasi* come inomogeneità e irregolarità, dinamica o parziale, nel possedere o acquisire proprietà sistemiche, come nella quasi-periodicità;
22. Ruolo dell'individualità come nel rompere equivalenze. Il concetto di *quasi*ità;
23. Auto-organizzazione come continuo ma stabile, processo di acquisizione di strutture, per esempio periodico, con variabilità quasi-periodica, come per i rulli di Bénard;

¹³ Si veda, ad esempio, G. MINATI - E. PESSA, *Towards a Second Generation General System Theory*, «Systems», Special issue, 2014, http://www.mdpi.com/journal/systems/special_issues/second-generation-general-system-theory; G. MINATI, *Note di sintesi: novità, contributi, prospettive di ricerca dell'approccio sistemico*, in L. URBANI ULIVI (a cura di) *Strutture di mondo. Il pensiero sistemico come specchio di una realtà complessa. Volume II*, Il Mulino, Bologna 2013, pp. 315-336; E. PESSA, *Emergenza, metastrutture e sistemi gerarchici: verso una nuova teoria generale dei sistemi*, in URBANI ULIVI, *Strutture di mondo*, pp. 73-88.

24. Simultaneità;
25. Sovrapposizione;
26. Frattalità;
27. Simmetria;
28. Utilizzo dinamico dei gradi di libertà come limiti di max-min. Non si tratta solo di rispettarli ma di usarli secondo certe modalità, ad esempio sempre vicino al valore max, min, in modo oscillante, casuale, ecc.

^b S. JOHNSON, *La nuova scienza dei sistemi emergenti*, tr. it. di A. Antonini, Garzanti, Milano 2004.

^c I. LICATA, *La Logica Aperta della Mente*, Codice Edizioni, Torino 2008.

^d G. MINATI - E. PESSA, *Collective Beings*, Springer, New York 2006.

Tavola 2. Esempi di parole e concetti della Sistemica della complessità

Esempi di approcci generali di modellizzazione di coerenza di sistemi complessi e loro proprietà che ricordano il sogno di Bertalanffy della *Teoria Generale del Sistema* sono dati dalla *Scienza delle Reti* introdotta da Barabási¹⁴, dalla ricerca di *invarianza di scala*¹⁵, leggi di potenza¹⁶, e proprietà meta-strutturali e cioè di cluster variabili nel tempo¹⁷. Vi è poi da considerare la visione *quantistica*¹⁸.

L'interdisciplinarietà può essere intesa in modo meno rigido rispetto a quella della Prima Sistemica *pre-complessità*, come riformulazione di un problema in un altro ritenuto *equivalente* e di maggiore trattabilità quale, ad esempio, da algebrico a geometrico, da energetico a sociale, da militare a politico. Si considera la presenza di proprietà e approcci come sopra indicato da studiarli anche in questo caso di per sé.

3. Perché una Sistemica della complessità?

La risposta sta nel fatto che ci si è resi conto di problemi di *natura diversa* da quelli per i quali la Prima Sistemica era efficace. Accenniamo al fatto di rilevare processi come

¹⁴ A.L. BARABÁSI, *Link. La scienza delle reti*, tr. it. di B. Antonielli D'Oulx, Einaudi, Torino 2002.

¹⁵ Una rete è detta essere ad invarianza di scala se il grado di distribuzione, cioè la probabilità che un nodo selezionato in modo casuale abbia un certo numero di link, segue una legge di potenza senza dipendere da parametri scalari della struttura. Esempi sono Internet, reti metaboliche, la rete dei vasi sanguigni e dei neuroni. *Invece* nei comportamenti collettivi, come gli stormi, ci si riferisce al fatto che la lunghezza di correlazione tra gli elementi è grande quanto l'intero gruppo, non dipende dalla distanza indipendentemente dalla dimensione del gruppo. Quando questo accade il gruppo non può essere diviso in sottoparti indipendenti, perché il cambiamento comportamentale di uno influenza ed è influenzato dalla variazione del comportamento di tutti gli altri individui del gruppo.

¹⁶ Quando la frequenza di un fenomeno varia in funzione di uno dei suoi attributi, allora si dice che segue una legge di potenza. Ad esempio il numero delle città varia con la dimensione della sua popolazione.

¹⁷ G. MINATI - I. LICATA - E. PESSA, *Meta-Structures: The Search of Coherence in Collective Behaviours (without Physics)*, in A. GRAUDENZI - G. CARAVAGNA - G. MAURI - M. ANTONIOTTI (eds.), *Proceedings of the Italian Workshop on Artificial Life and Evolutionary Computation (Wivace 2013)*, «Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science», 130 (2013), pp. 35-42, <http://rvg.web.cse.unsw.edu.au/eptcs/paper.cgi?Wivace2013.6>; G. MINATI - I. LICATA, *Meta-Structural properties in Collective Behaviours*, «The International Journal of General Systems», 41 (2012), 3, pp. 289-311; ID., *Emergence as Mesoscopic Coherence*, «Systems», 1 (2013), pp. 50-65, <http://www.mdpi.com/2079-8954/1/4/50>; E. PESSA, *On Models of Emergent Metastructures*, in G. MINATI - M. ABRAM - E. PESSA, (eds.), *Methods, Models, simulations and approaches towards a general theory of change*, World Scientific, Singapore 2012, pp. 113-134.

¹⁸ E. DEL GIUDICE, *Una via quantistica alla teoria dei sistemi*, in URBANI ULIVI, *Strutture di mondo*, pp. 47-70.

l'auto-organizzazione e l'emergenza; proprietà come correlazioni a lungo raggio, ad esempio nei sistemi biologici; sincronizzazioni multiple e remote; comportamenti collettivi di vari tipi; lo stabilirsi di coerenze; lo stabilirsi di reti di vari tipi e di frattalità nelle rappresentazioni dei sistemi. E poi l'invarianza di scala e le leggi di potenza.

Un tipico esempio è dato dalla complessità dei sistemi sociali¹⁹ considerabile come *generata* da processi quali il loro essere basati sulla conoscenza come risorsa principale; delocalizzazione e globalizzazione; alta virtualità; iper-connessione; facile duplicabilità; tempo di vita dei manufatti ridotto; riduzione del tempo tra progetto, realizzazione e commercializzazione; e *indipendenza* tra finanza ed economia reale.

4. Conclusioni

Si è accennato esemplificativamente ai concetti e problematiche considerati dalla Prima Sistemica introdotta da Bertalanffy e da quella della generazione della complessità. Emerge la necessità di stabilire concezioni e contesti concettuali nuovi che non possono essere solo estensione dei precedenti come considerare il vuoto non più come assenza di tutto, ma con proprietà diverse per tipo di vuoto; proprietà geometriche dello spazio (curvatura); computabilità non coincidente con quella classica di Turing; mantenimento di proprietà strutturali senza più strutture materiali. Credo che occorra generare nuovi *attrattori concettuali* e dei *generatori di campi di significato* in grado di indurre e far usare più adeguati modelli cognitivi.

Abstract

Questo contributo presenta una breve panoramica della *prima Sistemica* introdotta da Bertalanffy e della *seconda Sistemica* relativa, in grande sintesi, alla complessità. Vengono elencati dei concetti chiave da cui il lettore può realizzare gli aspetti principali e la non equivalenza delle due Sistemiche. Si accenna a motivi che hanno portato all'introduzione della seconda Sistemica e a come il passaggio tra le due Sistemiche debba diventare un *processo culturale*. Il considerare proprietà e problemi della seconda Sistemica nei termini della prima può essere ritenuto un *riduzionismo di secondo ordine*.

Parole chiave: coerenza, complessità, equivalenza, sistemica

This paper presents a short overview of the *first Systemics* introduced by Bertalanffy and of the *second Systemics* related, in great synthesis, to complexity. We list some key concepts from which the reader can realize the main aspects and the non-equivalence of the two Systemics. We mention some reasons that led to the introduction of the second Systemics and how the transition between the two Systemics should become a cultural process. Consider the properties and problems of the second Systemics in terms of the first one can be considered a *second-order reductionism*.

Keywords: coherence, complexity, equivalence, systemics

¹⁹ L. URBANI ULIVI, *La struttura dell'umano. Linee di un'antropologia sistemica*, in EAD., *Strutture di mondo*, pp. 231-248.