

Appunti sulla complessità.

Luca Mori*

*Borsista per il Laboratorio filosofico sulla complessità ICHNOS: Facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università di Pisa e Comune di Rosignano Marittimo.

<http://ichnos.humnet.unipi.it>

NOTA. L'occasione per la raccolta di questi appunti è venuta da una lezione su *Complessità da un punto di vista filosofico*, tenuta presso l'Istituto Tecnico Industriale Galilei di Viareggio. Gli appunti non hanno alcuna pretesa di completezza né di ordine, e tuttavia potranno essere utili a chi inizia ad affrontare l'argomento della complessità (se non altro per la bibliografia segnalata).

Semplicità nella complessità?

I sistemi ecologici, il sistema immunitario dei mammiferi, le cellule, i processi d'apprendimento, l'evoluzione delle società umane, le dinamiche dei mercati finanziari sono stati considerati, da diversi autori, come esempi (e sono soltanto *alcuni* esempi) di *sistemi complessi adattivi*. Per Murray Gell-Mann, i sistemi complessi adattivi possono essere descritti come *Iguses, Information Gathering and Utilizing Systems*.

I sistemi complessi adattivi sono sistemi altamente organizzati che vivono ed evolvono, come si usa dire, "ai margini del caos", tra ordine e caos.

L'espressione "*complessità ai margini del caos*", può essere intesa metaforicamente o come espressione di una vera e propria realtà fisica ineludibile (Stuart KAUFFMAN: si dà complessità *solo* ai margini del caos). Ilya PRIGOGINE studia invece i sistemi dissipativi, in particolare i sistemi termodinamici lontani dall'equilibrio.

La maggior parte delle fluttuazioni o perturbazioni casuali non determina cambiamenti radicali in un sistema dissipativo. Tuttavia esistono *soglie critiche*, o *fluttuazioni critiche*: queste portano il sistema termodinamico considerato ad un nuovo stato. Ne consegue l'emergenza e la crescita spontanea di organizzazione. Tali fluttuazioni critiche sono anche alla base dell'*irreversibilità* e dell'assenza di determinismo tipiche, secondo Prigogine, della dinamica dei sistemi naturali.

P. Greco, alla voce *Complessità* del suo utile vocabolario, (P. Greco, *Einstein e il ciabattino*, Editori Riuniti, Roma 2002, p. 111) segnala che a Santa Fe (vedi www.santafe.edu) ci sono due assiomi che guidano la ricerca: (a) fiducia in un ordine profondo esistente in natura, spontaneo e inevitabile; (b) il computer potrà rivelare la verità di (a). A Santa Fe si cerca di scoprire la *profonda semplicità* soggiacente alla complessità del reale. Sul rapporto *semplicità/complessità* la discussione è aperta. Gaston Bachelard, nel libro *Il nuovo spirito scientifico* (1951), diceva che in natura non esistono *fenomeni semplici*, in quanto ogni fenomeno è una trama di relazioni: e Bachelard è considerato tra i filosofi più rilevanti per un'epistemologia della complessità.

Lecture: M. Cini, *Un paradiso perduto*, Feltrinelli, Milano 1994; Murray Gell-Mann, *Il quark e il giaguaro*, Bollati Boringhieri, Torino 1997; P. Greco, *Evoluzioni. Dal Big Bang a Wall Street, la sintesi impossibile*, Cuen, Napoli 1999; Stuart Kauffman, *A casa nell'universo*, Editori Riuniti, Roma 2001; Morris M. Waldrop, *Complessità*, Instar Libri, Torino 1995.

BREVE LESSICO per via di CITAZIONI.

«Una difficoltà in filosofia è che manchiamo di una visione sinottica. Incontriamo quel genere di difficoltà che avremmo con la geografia di un paese di cui non abbiamo una mappa, o abbiamo tutt'al più una mappa che ne descrive frammenti isolati. Il paese di cui parliamo è il linguaggio, e la geografia la sua grammatica [...]. Una mappa mostrerà strade differenti che attraversano il paese, e ne possiamo prendere una qualsiasi, ma non due, proprio come in filosofia dobbiamo prendere i problemi uno alla volta, anche se in effetti ciascun problema porta a molti altri. Dobbiamo aspettare finché non siamo ritornati al punto di partenza, prima di poter trattare il problema affrontato per primo oppure passare a un altro. In filosofia le questioni non sono abbastanza semplici per dire: "facciamoci un'idea approssimativa", poiché non conosciamo il paese, tranne i collegamenti tra le strade. Così, propongo la ripetizione come mezzo per rendere perspicui i collegamenti».¹

AUTOPOIESI

Insoddisfatti della definizione dei sistemi viventi in termini di *funzioni* e di *scopi*, Maturana e Varela scrissero nel 1972 un saggio sull'*Autopoiesi* in cui, introducendo il termine fondamentale dei loro studi, ne descrissero il dominio d'applicazione, senza tuttavia riuscire a trovare un accordo relativamente allo statuto dell'ordine nei sistemi autopoietici di terz'ordine o sistemi sociali.² Varela, in sintesi, non condivide l'idea di trattare i sistemi sociali come sistemi

¹ Ludwig Wittgenstein, in *Wittgenstein's Lectures, Cambridge 1932-1935*, a cura di A. Ambrose, Blackwell, Oxford 1979, p. 43 (cfr. anche Id., *Lezioni sui fondamenti della matematica*, trad. it. di E. Picardi, Boringhieri, Torino 1982, pp. 45-46).

² Si vedano i saggi raccolti in Humberto R. Maturana – F. Varela, *Autopoiesis and cognition. The Realization of the Living*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland 1980. Maturana è il solo autore dell'*Introduction*, dove espone quelle che sono, a suo avviso, le conseguenze della teoria dell'autopoiesi per la riflessione sull'etica e la società (pp. xxiv-xxx). Si rinvia anche a F. Varela, *Principles of Biological Autonomy*, Elsevier-North Holland, New York 1979. Sulla questione, Maturana e Varela torneranno in *The Tree of Knowledge*, translated by Robert Paolucci, New Science Library Shambhala, Boston and London 1988. Sulla nozione di *autopoiesi*, cfr. anche F. Varela, H. Maturana, R. Uribe, *Autopoiesi: una caratterizzazione ed un modello dell'organizzazione dei sistemi viventi*, in "La Nuova Critica", n. 64, 1982.

viventi.³ Luhmann, per esempio, rifiuterà di assimilare il sistema sociale al sistema biologico.⁴

Kenneth Boulding, dichiarando nel 1980 che la storia del concetto di autopoiesi doveva ancora essere scritta, citava come autore chiave Adam Smith e la sua teoria della mano invisibile. In questo stesso volume, Maturana richiama esplicitamente il contributo di Claude Bernard, mentre Zeleny cita, assieme a Bernard, anche Vico, Trentowski, Carl Menger, Bogdanov, Leduc, Smuts, Hayek e Weiss. Iacono insiste in particolare sull'importanza di Claude Bernard e poi di Durkheim.

Altre letture:

D. Zolo, *Autopoiesi: un paradigma conservatore*, in "Micromega", 1, 1986; H. Maturana, *Amore e autopoiesis*, in "Micromega", n. 1, 1987 e D. Zolo, *Una desolante teologia*, in "Micromega", n. 1, 1987. Di Danilo Zolo, si considera anche la riflessione sulla democrazia a partire dai presupposti della complessità, in *Il principato democratico*, Feltrinelli, Milano 1992.

EMERGENZA

I. STENGERS scrive: l'emergenza «non è un processo dal basso in alto, ma un'interazione tra una vera produzione dal basso in alto, le possibilità emergenti che questa produzione comporta per lo scienziato, cioè la modifica del confine tra lo scienziato e il sistema, e la conseguenza di questa modifica, cioè il nuovo modo in cui lo scienziato interagisce con il sistema, i mezzi e i trucchi che userà per verificare, caratterizzare, selezionare, confermare o stabilizzare le possibilità indotte nella sua immaginazione dal comportamento del sistema. Sono necessarie sia l'attività in basso, l'attività della sostanza della vita, che l'attività valutativa dello scienziato. In linea di principio entrambe devono essere prese in considerazione come ingredienti dell'evento emergente», in I. Stengers, *Il cuore di Dio e la sostanza della vita*, in *Pluriverso*, n. 1, dic. 1995, pp. 81-90.

La nozione di *emergenza* è tematizzata secondo coordinate teoriche specifiche per esempio in fisica,⁵ in biologia⁶ e negli studi relativi alle proprietà mentali e

³ Si tenga presente N. Badaloni, *Autoorganizzazione biologica e trasformazione sociale: elementi per una discussione*, in *Scienza e filosofia. Saggi in onore di Ludovico Geymonat*, Garzanti, Milano 1985. Stafford Beer si schiera a favore dell'identificazione tra *human societies* e *biological systems*, nel *Preface* (pp. 63-72) a Maturana – Varela, *Autopoiesis. The Organization of the Living*, 1973, in Maturana – Varela, *Autopoiesis and cognition*, cit., pp. 73-140. G. De Michelis, nella sua *Prefazione* alla traduzione italiana di *Autopoiesi e cognizione*, sospende il giudizio e scrive: «In particolare nessuna risposta definitiva su questo punto sarà possibile finché non si saprà caratterizzare in termini sistemici la circostanza, tipica dei sistemi sociali, per cui essi sono costituiti da componenti con cui comunicano come se fossero sistemi disgiunti», p. 13. Su sistemi sociali / sistemi viventi: S. Manghi, *Il paradigma biosociale*, Angeli, Milano 1984; P. Calegari, *Eteropoiesi e complessità sociale*, Unicopli, Milano 1987.

⁴ Sulla teoria di Luhmann in relazione a von Foerster, Ashby e Morin, cfr. F. Pardi, *L'osservabilità dell'agire sociale*, Angeli, Milano 1985. Sul problema della complessità in relazione alla riflessione sociologica: E. Morin, *Sociologia della sociologia*, Edizioni Lavoro, Roma 1985; Id., *Sociologia del presente*, Edizioni Lavoro, Roma 1987; su Luhmann e l'autopoiesi, cfr. R. Sutter, *Introduzione* a N. Luhmann, *Teoria e politica nello stato del benessere*, Angeli, Milano 1981.

alla cognizione.⁷ (Nelle note si danno solo alcuni esempi, e si tengono presenti i due citati lavori di P. Greco, *Einstein e il ciabattino*, ed *Evoluzioni*).

⁵ Thomas H. HUXLEY e l'acquosità dell'acqua. Philip ANDERSON: ancora sullo stesso esempio. Inoltre, le transizioni di fase (ghiaccio/acqua/vapore) non hanno significato per le singole molecole isolate dall'insieme. Ilya PRIGOGINE sul ruolo costruttivo del non-equilibrio e sulla stabilità asintotica nei sistemi dissipativi con perturbazioni e fluttuazioni casuali.

⁶ S. J. GOULD: l'emergentismo come alternativa al meccanicismo e al vitalismo (*La vita meravigliosa*, trad. it., Feltrinelli, Milano 1995). M. EIGEN, chimico tedesco, premio nobel, insoddisfatto del modello di Monod, sostiene la complementarità (non la sequenzialità) tra caso e necessità, studia l'auto-organizzazione dei sistemi evolutivi in relazione ai rispettivi gradi di libertà evolutiva, e sostiene che l'evoluzione è aperta sia rispetto ai prodotti, che alle regole del gioco (evolvono anche i processi evolutivi).

⁷ Gerald EDELMAN: la mente dell'uomo come proprietà emergente che va studiata entro la dimensione sociale: si veda in particolare G. M. Edelman, *Sulla materia della mente*, trad. it., Adelphi, Milano 1993. Da qui, i riferimenti a J. Bruner, *La ricerca del significato*; a Walker Percy ed ai saggi sul linguaggio raccolti in *The Message in the Bottle* e molti altri. [Sull'interazione tra almeno due individui sotto l'auspicio di un simbolo. A questo proposito, cfr. anche H. von Foerster, *Cibernetica ed epistemologia: storia e prospettive*, in AA. VV., *La sfida della complessità*, a cura di G. Bocchi e M. Ceruti, Feltrinelli, Milano 1985, p. 117]. VARELA e la relazione tra complessità e autonomia del vivente da un lato, ed emergenza di vita/cognizione dall'altro. [Francisco J. Varela, *Complessità del cervello e autonomia del vivente*, in AA. VV., *La sfida della complessità*, a cura di G. Bocchi e M. Ceruti, Feltrinelli, Milano 1985, pp. 141-157. «La causa che io difendo è quella di una via di mezzo che non si spinga né all'estremo della Scilla di un oggettivismo che richiede un mondo prestabilito di qualità da rappresentarsi, né all'estremo della Cariddi di un solipsismo che nega completamente le relazioni con un mondo. Dobbiamo comportarci come abili navigatori che trovano una rotta diretta proprio nel mezzo, dove si incontra la co-emergenza delle unità autonome e dei loro mondi, come abbiamo visto nelle esemplificazioni di cui ci siamo sopra serviti.», p. 156.] H. ATLAN: la coscienza volontaria e il volere *emergono* alla coscienza (*Tra il cristallo e il fumo*, trad. it., hopefulmonster, Firenze 1986, p. 174). Bernard J. BAARS: sull'emergenza del significato a partire dal contesto (per esempio, nella lettura di una parola con molteplici significati, troviamo senz'altro il significato che ci serve nel contesto e non pensiamo nemmeno a tutti gli altri). [Bernard J. Baars, *Contrastive Phenomenology: A Thoroughly Empirical Approach to Consciousness*, in Ned Block, Owen Flanagan, Güven Güzeldere (ed.), *The Nature of Consciousness. Philosophical Debates*, MIT Press, Cambridge (Mass.), London 1997, 1998², pp. 187-201. Scrive Wittgenstein nella *Grammatica Filosofica* [I, 74-75]: «Ciò che abbiamo in mente con la parola caratterizza in ogni caso la parola. Ciò che ho in mente è un esempio, un caso [*Fall*] dell'impiego della parola. E l'aver in mente non consiste propriamente nel fatto che, ogni volta che pronuncio o odo la parola, è presente una determinata rappresentazione, bensì che, se mi si chiede il significato della parola, mi *sovengono casi* [*einfallen*] di impiego della parola». POPPER e ECCLES, sull'emergenza della mente (mondo 2) dal mondo fisico (mondo 1), e sull'emergenza del mondo 3 (insieme autonomo e creato dalla mente umana). [Popper – Eccles, *L'io e il suo cervello*, 1977, trad. it., Armando, Roma 1992.] L'emergentismo culturale di Joseph MARGOLIS (*Persons and Minds*, Reidel, Dordrecht 1978): la persona è una irriducibilità incarnata, cioè è un complesso di funzioni irriducibili alla fisiologica, ma incarnata. Roger W. SPERRY e il mentalismo emergentista: la mente è emergente e causa emergenze. [R. W. Sperry, *Mind, Brain and humanist values*, in J. R. Platt (a cura di), *New Views of the Nature of Man*, University of Chicago, Chicago 1965; ID., *Il problema della coscienza a una svolta: un nuovo paradigma per la causazione*, in G. Giorello – P. Strata (a cura di), *L'automa spirituale, Menti cervelli e computer*, Laterza, Roma-Bari 1991, pp. 97-117.] Mario BUNGE e il monismo psiconeurale emergentista (la capacità di pensare è emergente rispetto al cervello ma risultante rispetto all'organismo nel suo insieme, per un postulato di razionalità). [Si tengano presenti: M. Bunge, *La causalità*, Boringhieri, Torino 1970; *Congiunzione, successione, determinazione, causalità*, in J. Piaget – M. Bunge – F. Halbwachs – T. S. Kuhn – L. Rosenfeld, *Le teorie della causalità*, Einaudi, Torino 1974, [1971], pp. 117-137; ID., *Emergence and the Mind*, in *Neuroscience*, vol. 2, 1977, pp. 501-509; ID., *The Mind-Body Problem*, Pergamon, Oxford 1980.] EMERGENZA per il gruppo PDP (processi distribuiti in parallelo), relativamente all'intelligenza artificiale. [D.

LEGGI E DETERMINISMO

Sulla nozione di *legge*, in senso non deterministico (ma si tratta di indeterminismo gnoseologico soltanto, o di indeterminismo ontologico?): Ceruti scrive: «Le leggi non ci dicono nulla quanto all'effettivo decorso spazio-temporale dei fenomeni. Esprimono piuttosto gli insiemi delle possibilità entro le quali, di volta in volta, hanno luogo i processi effettivi» (*La hybris dell'onniscienza e la sfida della complessità*, p. 30)⁸.

E. Rumelhart – J. L. McClelland, *Modelli PDP e temi generali della scienza cognitiva*, in Id. (a cura di), *PDP, Microstruttura dei processi cognitivi*, trad. it., Il Mulino, Bologna 1991]. EMERGENZA per il gruppo FARG (gruppo di ricerca sulle analogie fluide), fondato da Hofstadter nel 1984 (programmi che simulano l'attività mentale, con un modello *bottom-up*, ossia senza un *software* centrale predefinito, e analogia tra le configurazioni di scariche neuroniche e le squadre di formiche). [D. R. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: un'eterna ghirlanda brillante*, Adelphi, Milano 1984 (orig. 1979); Id., *Strani attrattori: schemi matematici collocati fra l'ordine e il caos*, in *Le scienze*, 162, febbraio 1982, pp. 96-105; Id., *Metamagical Themas*, Penguin Books, Harmondsworth 1986; Id. (a cura di), *Concetti fluidi e analogie creative* (1995), Adelphi, Milano 1996; anche Id. – D. C. Dennett, a cura di, *L'io della mente*, 1981, Adelphi, Milano 1992.].

⁸ M. Ceruti, *La hybris dell'onniscienza e la sfida della complessità*, in AA.VV., *La sfida della complessità*, a cura di G. Bocchi e M. Ceruti, Feltrinelli, Milano 1985, pp. 25-48. Problema del metodo; il Metodo come strumento di purificazione dell'attività intellettuale...con punto archimedeo di inizio assoluto; partecipazione dell'uomo alla conoscenza divina e uno dei grandi miti della conoscenza moderna; ...Ora c'è necessità di *reinterpretare ciò che prima era considerato un semplice residuo, mentre ora si presenta come significativo, anche se irriducibile...occorre prendere in considerazione ciò che è singolare irripetibile e contingente...*, p. 29; «Il decorso degli eventi non è mai dato in anticipo. Le leggi sono simili alle regole di un gioco che stabiliscono un universo di discorso, una gamma di possibilità in cui si ritagliano gli effettivi decorsi spazio-temporali, dovuti in parte al caso e in parte alle abilità o alle deficienze dei giocatori», p. 30 (per giocatori, considera qui organismo e ambiente); l'idea di vincolo e l'esigenza di una storia naturale delle possibilità: «L'idea di vincolo sottolinea come ogni cosa non può produrre una qualsiasi altra cosa, come in un dato momento a un dato mondo possibile non sono accessibili tutti gli altri mondi possibili», p. 30; ogni sistema è un plurisistema, confini e gerarchie dipendono dall'osservatore, p. 32; «ogni presa di coscienza produce zone d'ombra, e l'ombra non è più soltanto ciò che sta fuori dalla luce ma, ancora meno visibile, si produce nel cuore stesso di ciò che produce luce», p. 33; «...un problema, e le sue soluzioni, non sono mai indipendenti dall'universo di discorso entro cui sono formulati», p. 33; «Il rapporto fra conscio e inconscio cognitivi si costruisce in maniera *ricorrente* e *vicariante*: a ogni presa di coscienza corrisponde sia una nuova conoscenza delle matrici costruttive di una conoscenza acquisita precedentemente, dia la produzione di un nuovo inconscio cognitivo corrispondente alla non visibilità delle matrici e dei meccanismi che hanno presieduto al processo di presa di coscienza», p. 33; importanza dell'epistemologia di Piaget, p. 36; «La chiusura organizzativa di un sistema è alla base di ciò che si definisce come il *dominio cognitivo* del sistema stesso. Il dominio cognitivo di un sistema autonomo, cioè dotato di chiusura organizzativa, costituisce il dominio delle interazioni in cui il sistema può entrare senza la perdita della sua chiusura, cioè senza la perdita della sua identità, poiché la perdita della chiusura caratterizzerebbe la disintegrazione del sistema in quanto tale», p. 37; l'autonomia del sistema seleziona gli stimoli significativi, p. 37; come dice Varela non possiamo saltar fuori dal nostro corpo e dal nostro sistema nervoso, p. 38...: ma quindi neanche dal nostro dominio cognitivo..., p. 38; *TUTTE LE VOLTE CHE TENTIAMO DI PENSARE L'ORIGINE DI UNA PERCEZIONE O DI UN'IDEA CI TROVIAMO IMMERSI IN UN FRATTALE CHE SI RIDETERMINA IN CONTINUAZIONE...*, p. 39, cit. da F. Varela, *The creative circle: sketches on the natural history of circularity*, in P. Watzlawick, *The invented reality*, Norton, New York 1984.

Ilya Prigogine, *L'esplorazione della complessità*, in AA. VV., *La sfida della complessità*, a cura di G. Bocchi e M. Ceruti, Feltrinelli, Milano 1985, pp. 179-193. «Il passaggio dalla descrizione dinamica alla descrizione probabilista si effettua, a grandi linee, attraverso il passaggio da una descrizione in termini di traiettorie a una descrizione in termini di dominio», p. 188; La nozione di instabilità diventa fondamentale; «Il non equilibrio trasforma completamente le proprietà della materia: a causa del non equilibrio le particelle diventano "sensibili" ad altre molecole che si trovano a distanze *macroscopiche*. Mi piace dire, incerto qual modo, che nello stato di equilibrio la materia è "cieca" e che essa comincia a "vedere" nello stato di non equilibrio.», p. 180; «Penso che il risultato più inaspettato provenga dal ruolo *costruttivo* del non equilibrio. Lontano dall'equilibrio, si creano stati coerenti e strutture complesse che non potrebbero esistere in un mondo reversibile. Questo dipende da una proprietà fondamentale dei fenomeni dissipativi che i sistemi meccanici non posseggono: la stabilità asintotica», p. 180; Come intendere la probabilità? Come effetto della nostra ignoranza, o come qualcosa che dipende dalla modifica dei nostri concetti di spazio e di tempo?; «Comprendere il passaggio da una teoria determinista a una teoria probabilista significa dunque comprendere come nella dinamica si possono introdurre delle probabilità che sono differenti da 0 e da 1.», p. 188.

OSSERVATORE

Cfr. I. Stengers, *Perché non può esserci un paradigma della complessità* (in G. Bocchi – M. Ceruti, a cura di, *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano 1985, pp. 61-83): stabilita la distinzione tra complicato e complesso, la Stengers sottolinea che la natura appare, nella prospettiva della complessità, come «un algoritmo senza fine, che lavora silenziosamente, inesorabilmente» (p. 65); il soggetto conoscente inoltre riconosce di non essere dotato di categorie cognitive onnipotenti, siano esse dettate dal reale o ad esso imposte: gli strumenti concettuali sono sempre selettivi e il problema della *pertinenza* ordinatrice del pensiero non può essere risolto *presupponendo* una qualche preliminare armonia tra le categorie del soggetto e l'ordine della realtà. Vedi anche, su evento ed osservatore: A. M. Iacono, *L'evento e l'osservatore*, Lubrina, Bergamo 1987.

Scriva Maturana a proposito dell'osservazione, sull'*illusione della percezione*:⁹ «...possiamo affermare che una particolare esperienza sensoriale è un'illusione e non una percezione solo facendo affidamento, in quanto percezione, su un'altra esperienza sensoriale al posto di quella», p. 21; «la mia risposta è che percezione e illusione non sono distinguibili nel funzionamento del sistema nervoso, e che qualsiasi distinzione tra di esse può nascere esclusivamente nel dominio delle descrizioni. Ciò significa che secondo me il sistema nervoso non funziona come un organo che usa le informazioni sensoriali per costruire una rappresentazione dell'ambiente, che poi utilizza per calcolare il comportamento dell'organismo.», p. 21; Il sistema nervoso

⁹ Humberto R. Maturana, *L'illusione della percezione: ovvero la chiusura operativa del sistema nervoso*, in *La Nuova Critica*, XVI, 1982/IV, pp. 21-29

come sistema a struttura determinante, in quanto esso è determinato dal funzionamento delle sue componenti nell'azione reciproca delle loro proprietà, p. 22; «Io propongo che il sistema nervoso nel funzionare come un sistema dinamico di relazioni mutevoli di attività non abbia *input* o *output*, ma che esso generi esclusivamente gli schemi mutevoli (ricorrenti o meno) delle relazioni interne che la sua struttura mutevole determina ad ogni istante.», p. 24; «In altre parole, propongo che noi, in quanto osservatori, ci collochiamo nell'interruzione sinaptica sensoriale effettoria dell'organismo, e che ciò che per noi rappresenta un medium altamente strutturato sia per il funzionamento del sistema nervoso soltanto una linea informe di chiusura come ogni altra interruzione sinaptica. Da ciò che ho detto consegue che il medium non entra come tale nel funzionamento del sistema nervoso. Ciò che è peculiare del medium è che noi in quanto osservatori ci collochiamo in esso e che le strutture che consideriamo come ambiente sono importanti per il nostro funzionamento come osservatori, ma non lo sono per il funzionamento del nostro sistema nervoso in quanto reticolo neuronale che genera soltanto cambiamenti delle relazioni di attività tra i suoi componenti», p. 24; «Ne risulta che il sistema nervoso si trova in uno stato di cambiamento strutturale continuo e ricorsivo e che questo si produce durante e attraverso il suo funzionamento in quanto reticolo neurale che genera schemi stabili o mutevoli di relazioni di attività determinati in ogni momento dalla sua struttura effettiva a rete chiusa», p. 25; «In generale, io chiamo accoppiamento strutturale la congruenza strutturale che, sia come processo dinamico che come condizione della complementarietà statica odinamica, si produce necessariamente quando due sistemi interagiscono ricorrentemente l'un l'altro, selezionando reciprocamente i loro rispettivi cambiamenti strutturali, e che persiste fintantoché essi interagiscono senza disintegrarsi. Ritengo inoltre che è attraverso l'accoppiamento strutturale che il sistema nervoso e l'organismo che esso integra funzionano necessariamente in congruenza dinamica nel corso della storia di integrazioni di quest'ultimo», p. 27.

VIE DELLA COMPLESSITÀ

Sulle molteplici vie della complessità. G. Bocchi – M. Ceruti, *Presentazione a AA.VV., La sfida della complessità*, a cura di G. Bocchi e M. Ceruti, Feltrinelli, Milano 1985, pp. 7-21. «Non c'è una complessità ma delle complessità: non c'è una via d'accesso privilegiata alla complessità, ma piuttosto molteplici vie della complessità.», p. 7; *Complessità come sfida*: «da una parte è l'irruzione dell'incertezza irriducibile nelle nostre conoscenze, è lo sgretolarsi dei miti della certezza, della completezza, dell'eshaustività, dell'onniscienza che per secoli – quali comete – hanno indicato e regolato il cammino e gli scopi della scienza moderna. Ma d'altra parte non è soltanto l'indicazione di un ordine che viene meno; è anche e soprattutto l'esigenza e l'ineludibilità di un "apprendimento dell'avventura della conoscenza"...», p. 8.

E. Morin, *Le vie della complessità*, in AA. VV., *La sfida della complessità*, a cura di G. Bocchi e M. Ceruti, Feltrinelli, Milano 1985, pp. 49-60. Il termine complessità non possedrebbe uno statuto epistemologico: a parte Bachelard, i filosofi della scienza lo avrebbero trascurato, p. 49. Elenca vie della

complessità: 1) irriducibilità del caso/disordine; 2) attenzione alla singolarità, località, temporalità; 3) complicazione: interazioni biologiche sono tali e con tali inter-retroazioni, da diventare incomputabili; 4) complementarità e antagonismo logico tra nozioni di ordine disordine e organizzazione: von Foerster e l'*order from noise* (dopo il *principio dell'order from order*); 5) l'*unitas multiplex dell'organizzazione*; nel tutto organizzato ci sono proprietà emergenti; 6) il principio ologrammatico (il tutto nella parte) e l'organizzazione ricorsiva: gli effetti e i prodotti della causazione sono necessari alla causazione stessa; 7) crisi dei concetti chiusi e chiari; per esempio, legame tra autonomia e dipendenza; 8) ritorno dell'osservatore; verso un pensiero multidimensionale; la complessità richiede *strategie*, p. 59.