

LE DIFFERENZE ECOLOGICHE

Sistemi e ambienti tra *General System Theory* e *Second-Order Cybernetics*

Luca Fabbris

1. Introduzione: dalla *Systems Ecology* alla *General Ecology*

Nel 1975 Eugene Odum, nella prefazione alla seconda edizione di *Ecology*, un classico dell'approccio sistemico in ecologia, notava come a distanza di un decennio dalla prima edizione del suo libro, il pensiero ecologico avesse subito un cambiamento significativo. Nelle accademie e nelle riviste di settore l'ecologia non veniva più semplicemente intesa come «environmental biology», cioè come una branca della biologia, bensì come «the study of environmental systems»¹: si trattava, in sintesi, di un approccio interdisciplinare che indagava il rapporto e l'integrazione tra sistemi non solo biologici, ma anche fisici e sociali; approccio che, soprattutto per merito dei lavori di George Van Dyne² e di Carl Walter³, assunse il nome di *Systems Ecology*.

Il perno della *Systems Ecology* era il «principle of integrative levels» (anche detto «principle of hierarchical control»):

Simply stated, this principle is as follows: as components combine to produce larger functional wholes in a hierarchical series, new properties emerge. Thus, as we move from organismic systems to population systems to ecosystems, new characteristics develop that were not present or not evident at the next level below. The principle of integrative levels is a more formal statement of the old adage that the “whole is more than a sum of the parts” or, as it is often stated, the “forest is more than a collection of trees”⁴.

La *Systems Ecology*, con il suo impianto olistico e l'attenzione posta sulla molteplicità dei livelli, sulla loro integrazione e la loro irriducibilità, presentava una chiara matrice bertalanffyana, ravvisabile anche nella definizione di sistema proposta da Odum: «a regularly interacting or interdependent group of items forming a unified whole»⁵. Lo stesso valeva per l'idea che ogni livello di organizzazione fosse un sistema aperto, capace di arginare la tendenza entropica scambiando materia ed energia con l'esterno, così da conservare, e in taluni casi perfino aumentare, la complessità della propria organizzazione. L'architettura che reggeva la *Systems Ecology* esibiva i tratti di un inscatolamento a matrioska, dove le proprietà del livello integrante non erano riducibili alle proprietà dei livelli integrati. La *Systems Ecology* si interessava essenzialmente ai livelli afferenti alle popolazioni di organismi, alle comunità biotiche e agli ecosistemi. La biosfera – totalità dei componenti viventi – e l'ecosfera – l'insieme dei fattori

¹ E. P. Odum, *Ecology. The Link Between the Natural and the Social Sciences*, Holt Rinehart and Winston, New York 1975, p. 4.

² G. M. Van Dyne, *Ecosystems, Systems Ecology and Systems Ecologists*, in *Readings in Conservation Ecology*, a cura di G. W. Cox, Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1974.

³ C. J. Walter, *Systems Ecology*, in *Fundamentals of Ecology*, a cura di E. P. Odum, Saunders, Philadelphia 1971.

⁴ E. P. Odum, *Ecology*, cit., p. 5.

⁵ Ivi, p. 4.

fisici operanti sulla biosfera – costituivano i livelli di integrazione più generali presi in considerazione dai «systems ecologists». L'ambiente veniva di fatto considerato come l'insieme naturale di fattori abiotici – luce solare, temperatura, pressione, forza di gravità, acqua, biossido di carbonio, ossigeno, ecc. – e biotici – rapporti di predazione, di simbiosi, di competizione tra viventi – influenti per la vita di un organismo.

I livelli di organizzazione irriducibili e ordinati gerarchicamente e la nozione di sistema aperto erano due capisaldi dell'approccio ecologico sistemico, capisaldi che ancora oggi si possono trovare in quelle proposte che si richiamano alla *Systems Ecology* e che quindi si radicano nella *General Systems Theory* (GST) di Ludwig von Bertalanffy⁶.

Recentemente si è profilato un nuovo paradigma ecologico che prende il nome di *General Ecology*⁷ e che affonda le proprie radici in una tradizione sistemica diversa da quella di von Bertalanffy. Alcuni tra gli esponenti della *General Ecology* – tra cui possiamo annoverare Eric Hörl⁸, Mark Hansen⁹, Elena Esposito¹⁰, Bruce Clarke¹¹ – si richiamano apertamente alla *Second-Order Cybernetics* (SOC), in particolare ai lavori di Heinz von Foerster, Humberto Maturana, Francisco Varela e Niklas Luhmann. Tale concezione sistemica, che come vedremo non si fonda su presupposti olistici e organicisti bensì operativi e differenziali, problematizza in modo radicale la nozione di ambiente. Scrive Elena Esposito:

We speak of general ecology. And we look for a sharper problematization of the idea of environment – non as a “given”, to which an organism or system must adapt, but as a multifaceted and flexible reference, which changes with the way it is observed and with the perspective of the observer¹².

La *General Ecology* mette in questione il «principle of hierarchical control», definendo un tipo di composizione *eterarchica* tra i sistemi e i loro ambienti a partire dal quale diventa impossibile rimandare a un ambiente naturale inteso come referente oggettivo di ogni sistema: «there are many environments, and one has to specify to which one is referring»¹³. Per la *General Ecology* esistono, insomma, tanti ambienti quanti sono i sistemi, e l'espressione *differenze ecologiche* si riferisce a questa molteplicità di diadi sistema-ambiente.

⁶ Cfr. S. E. Jørgensen e B. D. Faith, *A New Ecology. Systems Perspective*, Elsevier, Amsterdam 2007.

⁷ Cfr. E. Hörl (a cura di), *General Ecology. The New Ecological Paradigm*, Bloomsbury, London 2017.

⁸ Id., *A Thousand Ecologies. The Process of Cyberneticization and General Ecology*, in *The Whole Earth. California and the Disappearance of the Outside*, a cura di D. Diederichsen e A. Franke, Sternberg Press, Berlin 2013.

⁹ M. Hansen, *System-Environment Hybrid*, in *Emergence and Embodiment. New Essays in Second-Order Systems Theory*, a cura di M. Hansen e B. Clarke, Duke University Press, Durham-London 2009.

¹⁰ E. Esposito, *An Ecology of Differences. Communication, the Web, and the Question of Borders*, in *General Ecology*, a cura di E. Hörl, cit.

¹¹ B. Clarke, *Gaian Systems. Lynn Margulis, Neocybernetics, and the End of Anthropocene*, University Minnesota Press, Minneapolis-London 2020.

¹² E. Esposito, *op. cit.*, p. 285.

¹³ *Ibidem*.

Ma quali sono i tratti preminenti della SOC che stanno alla base della *General Ecology*? Nelle pagine che seguono verranno delineati i contorni teorici della SOC, mostrando le divergenze tra quest'ultima e la GST. Questi due approcci sistemici conducono a due differenti modi di intendere il sistema, l'ambiente e la loro relazione. Organizzeremo il campo della comparazione muovendo da alcune polarizzazioni concettuali che rimandano a modi antitetici di rispondere a domande fondamentali sulla natura dei sistemi: (1) la domanda 'che cos'è un sistema?' genera la biforcazione tra una concezione *analitica* e concezione *concreta*¹⁴; (2) la domanda 'qual è la relazione tra sistema e ambiente?' genera la biforcazione tra *sistema aperto* e *sistema operativamente chiuso*; (3) la domanda 'qual è la genesi di un sistema?' genera la biforcazione tra concezione *coniuntiva* e concezione *disgiuntiva*.

2. Il sistema: concezione analitica e concezione concreta

Alla domanda 'che cos'è un sistema?' è possibile generalmente ottenere due risposte a seconda che il sistema venga considerato un oggetto osservatore-dipendente o un oggetto osservatore-indipendente. La prima risposta conduce alla concezione *analitica*, la quale considera il sistema un mero costrutto posto da un osservatore che fissa in maniera arbitraria i confini del sistema distinguendolo così da un ambiente che consisterà in tutto ciò che resta fuori dal confine tracciato. Si può trovare una tale concezione in *Introduzione alla cibernetica* di William Ross Ashby¹⁵, il quale sostiene che i sistemi non esistono in quanto tali, ma sono sempre il risultato di una selezione operata da un osservatore:

Tutti gli oggetti materiali corrispondono ad un numero infinito di variabili e quindi di possibili sistemi. Il pendolo reale, ad esempio, non ha soltanto una lunghezza e una posizione: ha anche una massa, una temperatura, una conduttività, una certa radioattività, una velocità, un potere riflettente, una tensione, una pellicola superficiale di lubrificante, una contaminazione batterica, un assorbimento ottico, un'elasticità, una forma, un peso specifico, e chi più ne ha più ne metta. Pensare che si debbano studiare tutti i fatti, non sarebbe realistico e, in realtà, un simile tentativo non è mai stato fatto. Occorre invece selezionare e studiare quei fatti che risultano interessanti da un certo ben preciso punto di vista, che dev'essere già stato scelto sin dall'inizio¹⁶.

Stando a questa concezione è sempre un osservatore a definire una differenza ecologica, cioè una diade sistema-ambiente. Il sistema non è un fatto, non è un dato, ma è un costrutto.

¹⁴ I termini *analitico* e *concreto* trovano impiego in ambito sistemico per indicare la differenza tra una concezione di sistema *costruttivista* e una *realista*, tra un modo di considerare il sistema un oggetto *osservatore-dipendente* e un modo di considerarlo un oggetto *osservatore-indipendente*. Cfr. N. Luhmann, *Introduzione alla teoria dei sistemi*, Pensa MultiMedia, Lecce 2018 (ed. orig. 2011), pp. 57-58.

¹⁵ Sull'impatto decisivo che il lavoro di Ashby ebbe per l'emergere della *Systems Science* cfr. G. J. Klir, *W. Ross Ashby: a Pioneer of Systems Science*, «International Journal of General Systems», 38, 2, 2009, pp. 175-188.

¹⁶ W. R. Ashby, *Introduzione alla cibernetica*, Einaudi, Torino 1971 (ed. orig. 1956), pp. 54-55.

Di contro, la concezione *concreta* si fonda su un presupposto realista, ossia osservatore-indipendente, in base al quale l'osservatore conosce sistemi che esistono in quanto tali, a prescindere da una specifica operazione di osservazione. La GST di von Bertalanffy esprime questa concezione, per la quale il sistema inteso come «un complesso di elementi interagenti»¹⁷ esiste realmente: un osservatore riconosce un sistema, ma non lo pone in essere.

Sia la definizione di Ashby sia quella di von Bertalanffy risultano, ognuna a suo modo, carenti: von Bertalanffy ignora completamente le operazioni attraverso le quali un osservatore può riconoscere un sistema; Ashby assolutizza l'osservatore al punto che non esistono sistemi se non quelli costruiti dall'osservatore. Il problema evaso da entrambe le concezioni è il seguente: qual è lo statuto ontologico dell'osservatore rispetto a una teoria dei sistemi che si pretende generale?

Come è stato osservato da Luhmann¹⁸, entrambe le concezioni condividono una certa «eternità» dell'osservatore rispetto alla teoria posta in essere. L'osservatore viene presupposto – nel caso di Ashby è presupposto alla *costruzione* del sistema, in quello di von Bertalanffy al *riconoscimento* del sistema – senza che vengano indagate le sue operazioni specifiche. Ma una teoria dei sistemi che si vuole generale non può permettersi di lasciare fuori dal suo spettro d'indagine l'osservatore. Quest'ultimo è un sistema il cui operare deve essere chiarito alla luce della stessa teoria generale dei sistemi. L'osservatore, come sistema, non può dunque porsi fuori dalla teoria che pone. Di conseguenza, una teoria dei sistemi che si vuole generale deve rendere conto delle operazioni specifiche di quel sistema che è l'osservatore. La teoria dei sistemi dovrà quindi essere *autologica*, cioè applicabile allo stesso osservatore che opera in maniera sistemica¹⁹. All'interno della cornice analitica di Ashby, tuttavia, il carattere autologico della teoria produrrebbe un regresso all'infinito: se il sistema è definito sempre e solo da un altro sistema che osserva, allora il sistema che osserva deve il suo statuto alle operazioni di un altro sistema che osserva che lo costituisce come sistema, il quale a sua volta dipenderà da un altro sistema che osserva che lo costituisce come sistema, e così via. La concezione concreta di von Bertalanffy, invece, non è supportata da una definizione di sistema sufficientemente precisa da rendere conto delle operazioni di osservazione: dire che un osservatore è un complesso di parti in interazione dinamica non aiuta a chiarirne le operazioni specifiche.

La SOC ha provato a superare questa *impasse* promuovendo un singolare «realismo costruttivista»²⁰: i sistemi che osservano sono reali, perché se così non fosse si innescherebbe il regresso all'infinito di cui si diceva poc'anzi a proposito

¹⁷ L. von Bertalanffy, *Teoria generale dei sistemi. Fondamento, sviluppo, applicazioni*, Oscar Mondadori, Milano 2004 (ed. orig. 1969), p. 97.

¹⁸ N. Luhmann, *Introduzione alla teoria dei sistemi*, cit., p. 58.

¹⁹ Ivi, p. 60: «Se [...] l'osservatore è sempre un sistema, allora esso è costretto da tutto ciò che attribuisce a un sistema, dalla concettualità, ma anche dai risultati empirici delle sue ricerche, a trarre deduzioni su se stesso. Non può in alcun modo procedere in modo puramente analitico, se egli stesso deve essere un sistema concreto per poter andare avanti. La differenza tra concetti analitici e concreti di sistema tende a logorarsi oppure addirittura evapora, quando si tenga conto di questo obbligo a conclusioni autologiche – “autologico” nel senso che vale anche per me ciò che vale per il mio oggetto».

²⁰ Cfr. J. Mingers, *Systems Thinking, Critical Realism and Philosophy*, Routledge, London 2014.

di Ashby. Al contempo, non essendo costruiti da altri osservatori, i sistemi che osservano dipendono da processi di individuazione tali per cui è lo stesso sistema che si individua a porre i propri confini, cioè ad auto-definirsi come sistema. Come vedremo, il sistema che osserva deve essere in grado di auto-prodursi tramite una *chiusura operativa* – deve essere, nei termini di Maturana e Varela, *autopoietico*²¹.

Questa operazione di auto-produzione ci conduce alla seconda polarità, quella tra sistemi aperti e sistemi operativamente chiusi.

3. Sistemi aperti e sistemi operativamente chiusi

La GST di von Bertalanffy ebbe il merito di mostrare come, per rendere conto dell'incremento di ordine e di complessità di taluni sistemi naturali – come i sistemi viventi – fosse indispensabile considerarli *sistemi aperti*, cioè capaci di scambiare energia e materia con l'ambiente esterno in modo da garantire nel tempo un processo neghentropico – aumento di entropia negativa –, arginando la tendenza entropica che conduce progressivamente il sistema verso un equilibrio termodinamico, cioè verso una perdita di organizzazione. Il modello del sistema aperto, per von Bertalanffy, permetteva di spiegare l'incremento di organizzazione nei sistemi viventi facendo a meno di introdurre entità *ad hoc* come la *vis vitalis*:

[...] la chiara contraddizione tra la tendenza verso l'aumento dell'entropia e del disordine nella natura fisica e la tendenza verso l'entropia negativa nello sviluppo e nell'evoluzione, è stata spesso usata come argomento a favore del vitalismo. Si tratta di contraddizioni che svaniscono con una estensione e una generalizzazione della teoria fisica tali da includere in quest'ultima i sistemi aperti²².

Già Norbert Wiener ne *La Cibernetica*, nel capitolo intitolato *Tempo newtoniano e tempo bergsoniano*, aveva insistito su come le nuove macchine cibernetiche fossero «automi effettivamente in relazione col mondo esterno, non soltanto mediante il loro flusso energetico, il loro metabolismo, ma anche mediante un flusso di impressioni, di messaggi in ingresso e di messaggi in uscita»²³. L'automa ciberneticamente

esiste quindi nello stesso tipo di tempo bergsoniano dell'organismo vivente, e di conseguenza non vi è alcuna ragione nelle considerazioni bergsoniane per cui le modalità di funzionamento essenziali dell'organismo vivente non debbano essere uguali a quelle dell'automa di questo tipo²⁴.

²¹ Cfr. H. Maturana e F. Varela. *Macchine ed esseri viventi. L'autopoiesi e l'organizzazione biologica*, Astrolabio, Roma 1992 (ed. orig. 1972).

²² L. von Bertalanffy, *op. cit.*, p. 228.

²³ N. Wiener, *La Cibernetica. Controllo e comunicazione nell'animale e nella macchina*, Il Saggiatore, Milano 1968 (edd. origg. 1948, 1965²), p. 70.

²⁴ Ivi., p. 72.

Wiener concludeva scrivendo che grazie alla cibernetica la «controversia meccanicismo-vitalismo è stata relegata nel limbo dei problemi mal posti»²⁵.

Non è dunque un caso che, nel definire la teoria dei sistemi aperti, von Bertalanffy si pose il problema della relazione tra GST e cibernetica. Egli spiegava che mentre la cinetica e la termodinamica stavano alla base della teoria dei sistemi aperti, l'informazione e il ciclo di retroazione stavano alla base della cibernetica:

La teoria dei sistemi aperti è una generalizzazione della cinetica e della termodinamica. La teoria cibernetica è basata sulla retroazione e sull'informazione [...]. Il modello a sistema aperto, nell'ambito della cinetica e della termodinamica, non ci dice nulla dell'informazione. D'altro canto, un sistema retroattivo è chiuso termodinamicamente e cinematicamente: esso non ha metabolismo²⁶.

Per von Bertalanffy la teoria dei sistemi aperti era in grado di dare una spiegazione all'aumento di ordine, di organizzazione e di complessità, cosa che invece la cibernetica non poteva a fare: l'informazione, nel momento in cui viene trasmessa, può solo diminuire, cioè può solo trasformarsi in rumore e non viceversa²⁷.

Inoltre von Bertalanffy aggiungeva che un sistema aperto può raggiungere un grado di organizzazione più elevato *attivamente*, mentre il sistema cibernetico solo *reattivamente*, grazie all'apprendimento, inteso come «introduzione di informazione nel sistema»²⁸. In questo senso, la cibernetica sarebbe utile per spiegare le *regolazioni secondarie* (omeostasi, comportamento tendente a certi fini) che emergono nel momento in cui l'organismo diventa sufficientemente «meccanizzato». La teoria dei sistemi aperti, invece, sarebbe utile per spiegare le *regolazioni primarie*, cioè il modo in cui «le strutture dell'organismo si conservano nel metabolismo e nello scambio dei componenti»²⁹.

Sia la cibernetica di Wiener sia la GST di von Bertalanffy indicavano due forme di apertura sistemica diverse ma complementari³⁰. Tramite il meccanismo di retroazione, la cibernetica di Wiener definiva un modello in cui sistema e ambiente sono integrati: il sistema agisce sull'ambiente il quale retroagisce sul sistema creando una circolarità che, se caratterizzata dalla riduzione delle variazioni – feedback negativo – produrrà un'interazione stabile e auto-regolata. Von Bertalanffy rimproverava a questa concezione di non tenere in debito conto

²⁵ *Ibidem*.

²⁶ L. von Bertalanffy, *op. cit.*, p. 235.

²⁷ Su questo punto von Bertalanffy sarà smentito dalla *teoria dell'ordine dal rumore* di Heinz von Foerster e dalla *teoria della complessità dal rumore* di Henri Atlan. Cfr. H. von Foerster, *Sui sistemi auto-organizzatori e i loro ambienti*, in Id., *Sistemi che osservano*, Astrolabio-Ubaldini, Roma 1987; H. Atlan, *Tra il cristallo e il fumo. Saggio sull'organizzazione del vivente*, Hopeful Monster, Firenze 1986 (ed. orig. 1979).

²⁸ L. von Bertalanffy, *op. cit.*, p. 236.

²⁹ *Ibidem*.

³⁰ La *Systems Ecology* può essere considerata come un'integrazione riuscita della «prima cibernetica» e della GST. Cfr. D. Bergandi, *Eco-Cybernetics: the Ecology and the Cybernetics of Missing Emergences*, «Kybernetes», 29, 7-8, 2000, pp. 928-942.

il regime metabolico del sistema, cioè gli scambi di materia ed energia tra il sistema e l'ambiente indispensabili per spiegare l'aumento di ordine e complessità.

Né von Bertalanffy né Wiener ponevano una questione che sarà invece centrale nella SOC: come si stabiliscono i confini, e dunque l'identità, di un sistema? Laddove si rifiuti la concezione analitica di Ashby e si insista sull'apertura sistemica come condizione necessaria per l'aumento di ordine strutturale e per la regolazione del sistema, il problema diventa: come si stabilisce una differenza ecologica? Come, in altri termini, un sistema si differenzia dall'ambiente? Esposito sottolinea che parlare di sistema aperto implica che un sistema esista già, che sia già circoscritto. La condizione di possibilità dell'apertura deve quindi essere una chiusura, tramite la quale il sistema si differenzia dall'ambiente, creando le condizioni per una relazione con esso:

The concept of system itself was intended to identify specific objects able to dynamically interact with the environment – systems that produce a continuous exchange of materials and energy with the outside world (inputs and outputs). This exchange, however, presupposes a distinction: what becomes open? Input and output from what? How can you detect the identity of a system under or through such continuous processes of exchange? To study openness you first have to find a way to indicate what it is that is open (this being the system that the theory is named after) – or more specifically the boundary that determines what's in and what's out³¹.

Nella GST i confini di un sistema sono presupposti, non sono compresi da un punto di vista ontogenetico. La teoria dei sistemi aperti può essere importante per capire in che maniera, in taluni sistemi, l'ordine strutturale possa crescere a dispetto della seconda legge della termodinamica, ma non è di nessun aiuto per capire come un sistema si individua definendo i propri confini. Ciò che manca alla GST – e alla cibernetica di Wiener – è una teoria ontogenetica capace di rendere conto di come la diade sistema-ambiente si costituisca a partire da un'operazione di individuazione. La SOC definisce *chiusura operativa* questa operazione di individuazione: nel momento in cui un sistema si chiude operativamente, separa le proprie operazioni dal contesto da cui sorge, divide un interno da un esterno, creando le condizioni tanto dell'etero-referenza quanto dell'auto-referenza. È un aspetto, questo, che può essere sviluppato a dovere solo una volta chiarita la questione relativa alla genesi del sistema che, come accennavamo nel §1, porta alla biforcazione tra concezione *coniuntiva* e concezione *disgiuntiva*.

4. La genesi di un sistema: congiunzione e disgiunzione

L'opposizione tra sistema inteso come congiunzione e sistema inteso come disgiunzione rimanda a due diversi modi di intendere la genesi di un sistema. L'ipotesi congiuntiva, che potremmo definire classica, pone il problema di come un certo numero di componenti sparsi possa congiungersi, entrare in relazione

³¹ E. Esposito, *op. cit.*, p. 286.

dinamica, costituire una totalità il cui comportamento non potrà essere riconducibile a quello del singolo componente. La GST si conforma a questa ipotesi e in ciò risiede il suo carattere olistico e organicista. Luhmann tratteggia efficacemente le linee di fondo di questa concezione:

Di norma, i sistemi vengono descritti con una pluralità di termini. Per esempio, si dice che i sistemi sono relazioni tra elementi oppure che un sistema è una relazione tra struttura e processo, un'unità che si governa strutturalmente da sé nei suoi processi. Abbiamo qui unità, confini, processi, strutture, elementi, relazioni, un gran numero di termini, la cui unità non può essere espressa con una parola, ma necessita di una congiunzione tra più parole. Il sistema sarebbe allora una entità congiuntiva: l'unità è nella congiunzione "e", e non in un elemento, una struttura, una relazione³².

L'ipotesi congiuntiva, per scongiurare il riduzionismo atomista, dovrà presupporre la gerarchia dei livelli vista all'opera nella *Systems Ecology*. L'olismo che caratterizza la GST e la *Systems Ecology* prescrive solamente di non considerare il comportamento di una totalità come il risultato della somma dei comportamenti dei componenti, dato che il comportamento totale dipenderà essenzialmente dal modo in cui i componenti entreranno in relazione dinamica tra loro.

L'ipotesi congiuntiva non aiuta a comprendere le operazioni tramite le quali un sistema si individua, poiché presuppone sempre un principio di individuazione, cioè un livello a partire dal quale gli altri livelli emergeranno.

Di contro, l'ipotesi disgiuntiva pone l'attenzione sull'operazione differenziale attraverso la quale, per dirla con Gilbert Simondon, ciò che appare «non è solo l'individuo bensì la coppia individuo-ambiente»³³.

Come spiega Luhmann:

[...] si può dire che un sistema "è" la differenza tra sistema e ambiente [...]. La teoria inizia con una differenza [...]. Non inizia quindi con un'unità, con una cosmologia, con un concetto di mondo, di essere o simili, inizia bensì con una differenza³⁴.

Per Luhmann, una definizione non congiuntiva di sistema può dunque essere ricavata a partire da presupposti operativi e differenziali:

[...] il sistema è prodotto da un tipo di operazione [...]. Non parliamo di un singolo evento. Quando si svolge un'operazione di un certo tipo che è [...] in grado di connettersi, vale a dire che ha un seguito, che genera altre operazioni dello stesso tipo, allora si forma un sistema. E quando si connette operazione a operazione, ciò accade selettivamente. E non accade nient'altro che questo, questa connessione; l'*unmarked space* o

³² N. Luhmann, *op. cit.*, p. 71.

³³ G. Simondon, *L'individuazione alla luce delle nozioni di forma e d'informazione*, Mimesis, Milano-Udine 2011, (ed. orig. 2005), p. 33.

³⁴ N. Luhmann, *op. cit.*, p. 63.

l'ambiente restano fuori; il sistema si costruisce come concatenazione di operazioni. La differenza tra sistema e ambiente sorge solo dal fatto che un'operazione produce un'ulteriore operazione dello stesso tipo³⁵.

La logica disgiuntiva conduce a un'idea di individuazione per la quale un'operazione, stabilendo una differenza, separa uno spazio proprio da ciò che non lo è. Definisce un dentro e un fuori, stabilendo certi modi di selezione, cioè certi modi di relazione con il fuori.

Questa operazione di individuazione, come abbiamo detto, prende il nome di 'chiusura operativa'. Per chiusura operativa si intende che «la distinzione tra sistema e ambiente viene prodotta dal sistema stesso [...], il sistema operando traccia i suoi confini, si differenzia dall'ambiente e solo allora può essere osservato come un sistema»³⁶.

Per la SOC un sistema si genera a partire da una differenza, da una distinzione. Quando una parte di questa differenza opera in maniera auto-riferita, cioè applicando i risultati delle proprie operazioni a se stessa, allora «fa sistema». La biforcazione tra sistema e ambiente – lo «sfasamento bipolare»³⁷, per dirla con Simondon – si verifica, dunque, nel momento in cui una parte della differenza distingue tra *auto-referenza* ed *etero-referenza*. Quando ciò si verifica si ha chiusura operativa. Il sistema cioè consisterà in operazioni nettamente distinte dalle operazioni che si troveranno fuori dai suoi confini.

Di conseguenza può esserci osservatore – un sistema che opera distinguendo e indicando – solo nella misura in cui, tramite chiusura operativa, il sistema si distingue dal suo ambiente e può auto-riferirsi certe operazioni. Ne deriva che nessun osservatore può fondare un altro osservatore, nessun osservatore è il correlato di un'altra osservazione. Può diventarlo, cioè un osservatore può osservare altri osservatori – è ciò che fa la SOC – ma tale correlazione non può essere costitutiva.

Rispetto a questo punto, Luhmann precisa:

[...] non vi è alcuna differenza tra autoreferenza e differenza [...]: non vi è alcuna differenza tra autoreferenza e osservazione, poiché colui che osserva qualcosa deve distinguere se stesso da ciò che osserva. Deve già avere un rapporto con se stesso per potersi distinguere³⁸.

Il sistema, dunque, si differenzia dall'ambiente nella misura in cui entra in rapporto con se stesso: la differenza ecologica crea le condizioni sia per un rimando etero-referenziale sia per un rimando auto-referenziale. Un sistema può distinguere e indicare altro – ovvero osservare – solo sulla base della propria differenza ecologica. Per Luhmann, per esempio, il sistema sociale ha come operazione specifica la comunicazione³⁹. Comunicare significa sempre rimandare o alla comunicazione stessa (come quando si chiede: 'perché dici

³⁵ Ivi, p. 71.

³⁶ Ivi, p. 83.

³⁷ G. Simondon, *op. cit.*, p. 436.

³⁸ N. Luhmann, *op. cit.*, p. 68.

³⁹ Ivi, p. 72.

questo?’, ‘per quale ragione mi stai dicendo questo e non quest’altro?’) o all’informazione della comunicazione, vale a dire a ciò che è comunicato.

Parlare del sistema sociale come caratterizzato da una specifica operazione significa considerarlo non come una composizione o un assemblaggio di individui, ma come un modo di operare differente rispetto a quei sistemi che costituiscono l’ambiente del sistema sociale. Pertanto l’ambiente di un sistema sociale non è un’entità fisica oggettiva, ma è costituito dalle operazioni di altri sistemi, tra i quali bisogna annoverare, per Luhmann, non solo altri sistemi sociali, ma anche le operazioni psichiche degli individui. L’individuo non è dunque una parte del sistema sociale, ma è l’ambiente del sistema sociale. Dire che i sistemi psichici sono l’ambiente di un sistema sociale non è tanto diverso dal sostenere che gli organismi sono l’ambiente degli ecosistemi. Ciò può avere senso solo alla luce di una «denaturalizzazione» della nozione di ambiente e di una sua radicale relativizzazione: quest’ultima conduce a un’architettura eterarchica, nella quale le diadi sistema-ambiente sono aggrovigliate al punto tale da rendere impossibile un ordinamento gerarchico dei livelli. Possono naturalmente esserci effetti d’incastro tra le varie diadi, inscatolamenti a matrioska. Si tratterebbe, però, di una matrioska disegnata da Escher, nella quale un livello emergente può ritrovarsi a fondamento del livello da cui è emerso. Per Luhmann, per esempio, è impossibile rendere conto della comunicazione – dunque della società – senza presupporre dei sistemi psichici, e al contempo non si può rendere conto dei sistemi psichici senza presupporre la comunicazione⁴⁰: i due livelli non possono essere gerarchicamente ordinati, ma formano uno *strange loop*, si fondano rispettivamente. Le operazioni di un sistema psichico sono l’ambiente delle operazioni di un sistema sociale e viceversa. Entrambi i sistemi sono operativamente chiusi, cioè consistono in operazioni specifiche, ma trovano nell’altro sistema la condizione per proseguire la propria autopoiesi.

Il problema che sorge, a questo punto, è il seguente: se la differenza tra sistema e ambiente è stabilita dal processo di individuazione di un sistema autopoietico, ciò significa che tutto ciò che non è il sistema autopoietico farà parte del suo ambiente? Fanno parte dell’ambiente di uno spinarello anche i quasar, i neutrini e i buchi neri?

Qui entra in gioco l’*accoppiamento strutturale*, una nozione introdotta da Maturana e Varela⁴¹ e successivamente ripresa da Luhmann. L’*accoppiamento strutturale* rimanda al fatto che è il sistema autopoietico, tramite le sue operazioni, a selezionare quelle operazioni del mondo esterno che risultano significative per la sua autopoiesi. Le operazioni del mondo esterno, cioè l’attività di altri sistemi, irritano, disturbano, perturbano il sistema autopoietico, il quale agirà selezionando le irritazioni pertinenti per il mantenimento della sua chiusura operativa. In altri termini, sarà il sistema autopoietico, sulla base della sua chiusura operativa, a stabilire rispetto a cosa aprirsi, cioè cosa considerare parte del suo ambiente e cosa no. Ne consegue che le comunità biotiche, gli ecosistemi e la biosfera fanno parte dell’ambiente di quello specifico sistema autopoietico che è l’ecologo, ma non fanno parte dell’ambiente di una piovra, per la quale le

⁴⁰ Ivi, p. 107.

⁴¹ H. Maturana e F. Varela, *Autopoiesi e cognizione. La realizzazione del vivente*, Marsilio, Venezia 1985 (ed. orig. 1980).

nozioni di comunità biotica, di ecosistema e di biosfera non sono significative e pertinenti per la propria autopoiesi.

Ciò ci conduce a una seconda nozione fondamentale per la SOC, introdotta da von Foerster⁴²: la *codificazione indifferenziata*, con la quale si indica la proprietà delle cellule nervose di codificare soltanto l'intensità e non la natura dello stimolo percettivo. Il cervello utilizza le stesse operazioni – stimoli su base elettrica – per vedere, udire, odorare, percepire tattilmente, e crea e costruisce internamente le corrispondenti differenze qualitative. Dunque ci sono stimoli nervosi indifferenziati che vengono differenziati internamente dal sistema tramite il suo modo peculiare di operare.

Scriva von Foerster:

[...] “là fuori” non ci sono suoni, né musica: solo variazioni periodiche della pressione dell'aria; “là fuori” non ci sono né caldo né freddo: solo molecole in movimento, provviste di maggiore o minore energia cinetica; e così via. In ultimo, indubbiamente, “là fuori” non c'è dolore. Poiché la natura fisica dello stimolo – la sua *qualità* – non è codificata nell'attività nervosa, nasce qui la domanda cruciale di come il nostro cervello riesca a creare la straordinaria varietà di questo nostro mondo multicolore, così come noi lo esperiamo in ogni momento delle nostre ore di veglia, e talvolta in sogno quando dormiamo⁴³.

Ne consegue che l'ambiente è sempre il risultato di una costruzione da parte del sistema. L'ambiente, cioè, non è una realtà fisica, oggettiva e assoluta, rispetto alla quale un sistema deve trovare il modo di adattarsi, bensì è il risultato del modo in cui il sistema, tramite operazioni di *trasduzione*⁴⁴, converte rumore in informazione; l'ambiente è quindi il risultato del modo in cui i diversi disturbi fisici provenienti dall'esterno vengono selezionati e ordinati. In breve, ogni sistema ha il proprio ambiente specifico, che risulta dalle selezioni e dalle distinzioni operate dal sistema stesso, dunque da un processo di costruzione attiva.

5. Conclusioni: il valore delle differenze ecologiche

Abbiamo visto che definire l'ambiente come tutto ciò che cade fuori dai confini del sistema di riferimento, oppure come insieme naturale dei fattori biotici e abiotici rispetto ai quali un organismo deve adattarsi, sia di scarso aiuto, dato che tali definizioni non tengono conto di ciò che «là fuori» è significativo per un preciso sistema. Cornelius Castoriadis ha espresso efficacemente questo aspetto in relazione all'automa inteso come auto-fondazione:

Quanto, in primo luogo, caratterizza logicamente, fenomenologicamente e realmente un automa – e il vivente in generale – è il fatto che esso

⁴² H. von Foerster, *Sulla costruzione di una realtà*, in Id., *Sistemi che Osservano*, Astrolabio, Roma 1987.

⁴³ Ivi, p. 221.

⁴⁴ Cfr. R. C. Lewontin, *Gene, organismo e ambiente*, Laterza, Milano 1998, p. 56: «[...] gli organismi determinano biologicamente l'effettiva natura fisica dei segnali provenienti dall'esterno. Trasducono un segnale fisico in uno completamente diverso, ed è il risultato di questa trasduzione che viene percepito dalle funzioni dell'organismo come una variabile ambientale».

stabilisce nel mondo fisico un sistema di partizioni valido soltanto per lui (e, in una serie di incastri decrescenti, per i suoi “simili”) e che, essendo soltanto uno tra l’infinità di tali sistemi possibili, è totalmente arbitrario dal punto di vista fisico. Il rigore dei ragionamenti contenuti nei *Principia mathematica* non interessa le tarme della biblioteca nazionale. L’illuminazione ambientale non è pertinente al funzionamento di un calcolatore. Le onde radio non trasportano informazioni per gli esseri viventi terrestri, tranne l’uomo moderno⁴⁵.

In breve, l’ambiente non coincide con una realtà fisica oggettiva identica per tutti i sistemi, ma è il risultato di una selezione operata da un preciso sistema che distingue “là fuori”, per mezzo delle proprie operazioni, ciò che per lui è significativo da ciò che non lo è. Ne consegue che esistono tanti ambienti quanti sono i sistemi; in altri termini, esiste una pluralità di differenze ecologiche. Questa idea è certamente già rintracciabile nella nozione di *Umwelt* formulata da Jakob von Uexküll⁴⁶. Muovendo da un metodo operativo, la SOC ha il merito di estendere l’intuizione di von Uexküll al di là del dominio biologico, aprendo così la strada alla *General Ecology*, cioè allo studio dei modi di relazione tra qualsiasi sistema (non solo organico, ma anche psichico, sociale, macchinico, ecc.), vale a dire allo studio di come qualsiasi sistema costruisce il proprio ambiente e istituisce particolari modi di relazione con altri sistemi.

La pluralità e l’eterarchia che caratterizzano le differenze ecologiche rendono problematico un approccio *problem solving* in relazione alla crisi climatica. Porsi la domanda ‘che fare?’ rispetto al riscaldamento climatico significa innanzitutto confidare nel fatto che la situazione sia reversibile, cioè che si possa fare qualcosa, per lo meno che il processo entropico possa essere arginato o differito, cosa per nulla scontata. Significa inoltre credere che la possibilità di inversione del processo dipenda interamente dalla buona volontà e dalle buone azioni degli umani, cosa del tutto falsa. Al fatto oggettivo che l’*anthropos* sia il maggiore responsabile dell’innescarsi dei feedback positivi che hanno provocato il surriscaldamento globale, non segue che l’*anthropos* possa anche essere in grado, mettendosi di buona lena, di invertire il processo.

Scriva Richard Lewontin:

Il crescente movimento ambientalista [...] non può continuare a usare il falso slogan “Salviamo l’ambiente”. Non esiste un “ambiente” da salvare. Il mondo abitato da organismi viventi viene continuamente modificato e ricostruito dalla attività di tutti quegli organismi, non solo dall’attività umana. Né può continuare a marciare sotto la bandiera con la scritta “Salviamo le specie in estinzione!”. Di tutte le specie che sono mai esistite, il 99,99 per cento si sono estinte e tutte le specie che esistono attualmente un giorno saranno estinte⁴⁷.

Dal punto di vista della SOC e della *General Ecology*, il problema ecologico è relativo al ‘come fare?’. Come vivere ecologicamente pur sapendo che

⁴⁵ C. Castoriadis, *Gli incroci del labirinto*, Hopeful Monster, Firenze 1988 (ed. orig. 1978), p. 180.

⁴⁶ J. von Uexküll, *Biologia teoretica*, Quodlibet, Macerata 2015 (ed. orig. 1926).

⁴⁷ R. C. Lewontin, *op. cit.*, p. 60.

potrebbe non esserci per noi un mondo a venire? Come agire in modo tale che le differenze ecologiche diventino un valore di per sé, a prescindere dal destino infausto che ci si prospetta? La posta in gioco non è la mera salvaguardia della natura, la tutela della biodiversità e la conservazione delle specie. Si tratta di pensare accoppiamenti strutturali e forme di composizione tra sistemi senza il rimando a un mondo condiviso o a una natura comune capaci di garantirne la riuscita. Per questa ecologia, come scriveva Felix Guattari, «tutto è possibile, dalle peggiori catastrofi alle evoluzioni in scioltezza»⁴⁸. L'unico mondo condiviso è quello che le differenze ecologiche costruiscono di volta in volta nel momento in cui negoziano tra loro; ma questo mondo comune non è uno sfondo neutrale, sarà a sua volta una differenza ecologica, il risultato di una risoluzione provvisoria di una «condizione di disparazione»⁴⁹, di una «tensione fra due reali disparati»⁵⁰, che necessita sempre della produzione di informazione significativa per entrambi i poli della relazione, cioè di una «differenza che fa differenza»⁵¹. Ogni mediazione è una costruzione e ogni risoluzione di una condizione di disparazione produce una differenza.

Chiedendosi quali fossero le conseguenze etiche ed estetiche del suo costruttivismo operativo, von Foerster rispondeva con due imperativi: un «imperativo etico: agisci sempre in modo da accrescere il numero delle possibilità di scelta» e un «imperativo estetico: se desideri vedere, impara ad agire»⁵².

A questi due imperativi se ne potrebbe aggiungere un terzo, un «imperativo ecologico», il quale suonerebbe così: fai in modo che ogni tua azione accresca la varietà delle differenze ecologiche. Se vuoi vedere le differenze ecologiche, inizia a costruirle.

⁴⁸ F. Guattari, *Le tre ecologie*, Sonda, Milano 2019 (ed. orig. 1989), p. 58.

⁴⁹ G. Simondon, *op. cit.*, p. 43.

⁵⁰ *Ibidem*.

⁵¹ G. Bateson, *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano 2000 (ed. orig. 1972), p. 364.

⁵² H. von Foerster, *Sulla costruzione di una realtà*, cit., p. 233.