

Quale conoscenza per gestire la complessità della società della conoscenza e dei suoi processi?

di *Gianfranco Minati*

Associazione Italiana per la Ricerca sui Sistemi www.AIRS.it
Scuola di Dottorato Politecnico di Milano
gianfranco.minati@airs.it

Sommario

Si delineano alcuni dei concetti principali della complessità perché possano essere considerati e tradotti in significati culturali da usarsi nelle problematiche che i sistemi sociali incontrano nel passaggio dalla fase industriale a quella post-industriale in cui la conoscenza è la risorsa principale. Si esaminano concetti quali mantenere, calcolare, decidere, dinamica, organizzare, imparare, ottimizzare, prevedere, unicità, esistenza, obiettivo, risolvere, sostenibilità-crescita-sviluppo, nel significato da usarsi per la gestione della complessità.

Parole chiave

apertura, emergenza, modello, organizzazione, proprietà, sistemi, struttura.

Summary

We introduce fundamental concepts of complexity to be considered and translated into cultural meanings. They can be then used to deal with problems experienced by social systems when switching from the industrial to post-industrial phase where knowledge is the primary resource. We focus on concepts like: maintain, compute, decide, dynamics, organise, learning, optimise, foresee, uniqueness, existence, objective, solve, sustainability-growth-development by considering the meaning to be used when dealing with complexity.

Keyword

openness, emergence, model, organisation, properties, systems, structure.

1. Introduzione: costituzione di sistemi

Il concetto è specificato dalla trasformazione da *insieme di elementi* a *sistema* costituito da quegli elementi che condividono almeno una proprietà di appartenenza all'insieme. La differenza sta nel fatto che il sistema ha proprietà che gli elementi costitutivi non hanno. Condizione necessaria perché elementi costituiscano un sistema è che *interagiscano*. In grande approssimazione, più elementi sono detti interagire quando il comportamento dell'uno influenza quello dell'altro, ad esempio attraverso scambi di energia negli urti, svolgendo funzionalità diverse, ad esempio in un circuito elettronico, e scambiando informazioni nei sistemi sociali, beni in economia e rapporto predatore-predatore negli eco-sistemi. Si stabilisce un sistema quando il loro interagire è *coerente*, cioè fa acquisire proprietà che gli elementi non posseggono.

Esempi di sistemi costituiti da insiemi di elementi interagenti sono circuiti elettronici in cui, l'alimentazione continua fa interagire i componenti. Cessata l'alimentazione il circuito *degenera* in un insieme. E ancora, una classe scolastica quando gli studenti interagiscono. Un testo, come un romanzo, ove il significato è dato dall'interagire cognitivo del significato delle parole. Un'azienda la cui capacità di produrre o di fornire servizi è data dall'interagire organizzato tra i dipendenti e con le risorse tecniche.

Esempi di proprietà sistemiche sono: adattività, anticipatorio, apertura-chiusura, autonomia, auto-organizzazione, *autopoiesi* -capacità di auto riproduzione (Varela *et. al.*, 1974)-, caoticità, complessità (introdotta sotto), crescita, dissipatività, emergenza (introdotta sotto), equifinalità, equilibrio, *ergodicità* (consistente ad esempio dal fatto che se $x\%$ di elementi di una popolazione è in uno stato particolare in un istante qualsiasi, allora si può assumere che 'ogni' elemento di quella popolazione spende $x\%$ del tempo in quello stato - nota: invece di 'ogni' si possono considerare raggruppamenti; la proprietà richiede un adeguato tempo totale di osservazione-) finalità, oscillante, sviluppo.

Sono considerabili non-sistemi entità che l'osservatore assume possedere proprietà non-sistemiche, come *stati*. Esempi di proprietà considerabili come non-sistemiche, ad un opportuno livello di descrizione, sono: peso, età, misurazioni geometriche, posizione spaziale e velocità in fisica classica, proprietà numeriche .

Le distinzioni sopra delineate dipendono dal livello di descrizione assunto come efficace dall'osservatore. Un animale è considerato come un sistema, acquisente

Tav. 1 Sistemi, non-sistemi, proprietà sistemiche.

Come si stabilisce tale coerenza? In modo molto semplificato, in due modi:

1) Attraverso organizzazione

In tal caso gli elementi interagiscono attraverso una struttura fissa e prestabilita, specificazione funzionale e parametrizzata di un'organizzazione. Un'organizzazione può infatti essere data da relazioni tra elementi, come gerarchie, organigrammi, ruoli e ancora connessioni in una Rete Neurale. In un circuito elettronico l'organizzazione è data dalla combinazione dei ruoli funzionali dei componenti. Una catena di assemblaggio è un'organizzazione che diverrà struttura quando si specificano i tempi, il numero di pezzi, ecc.

La *struttura* dei sistemi è data dalle relazioni, specificate con parametri, tra i componenti. In particolare dalle *interazioni* tra loro. In una struttura fissa, come un circuito elettronico, le interazioni possibili sono predeterminate.

2) Attraverso l'emergenza

Nei fenomeni di emergenza, che possiamo intendere come di acquisizione di proprietà senza organizzazione (spesso detti anche di auto-organizzazione) la dinamica riguarda il variare della struttura dei sistemi, cioè si assume di operare non con un sistema che varia nel tempo, ma con sequenze *coerenti* di sistemi, strutture, costituiti dagli stessi elementi che interagiscono in modo diverso. Si può dire in generale che si

ha emergenza quando il comportamento e le proprietà acquisite da un sistema non sono modellizzabili usando gli stessi modelli con cui si modellizzano comportamenti e proprietà degli 'elementi'.

Ne sono esempi i concetti di Sistemi Multipli e di Esseri Collettivi (Minati, 2001; Minati e Pessa, 2006).

In breve un Sistema Multiplo si costituisce quando gli stessi elementi stabiliscono susseguenti o simultanei sistemi diversi.

Ciò avviene quando gli elementi interagiscono tra loro in modi diversi sia dinamicamente e/o simultaneamente.

Esempi di Sistemi Multipli sono dati dalle Reti Elettriche dove uno stesso nodo può far parte di più sistemi secondo configurazioni dinamiche e da reti di computer interagenti in cui si svolgono dinamicamente task cooperativi come per Internet.

I Sistemi Multipli costituiscono Esseri Collettivi quando i loro componenti sono *agenti autonomi*, capaci cioè di decidere *autonomamente* di interagire in modo multiplo come è per i sistemi sociali.

Quando il riferimento è anche al modello cognitivo adottato allora si hanno fenomeni quali quelli sopra citati come per i sistemi sociali, ad esempio quando una famiglia è intendibile come un Essere Collettivo composto da elementi

- *appartenenti simultaneamente* a sistemi diversi come ambienti di lavoro, sindacato, traffico, consumatori;
- *stabilenti in tempi diversi sistemi diversi*, come ai pasti, davanti alla TV, in viaggio, ad uno spettacolo, durante lo shopping.

Fenomeni di emergenza sono modellabili come Esseri Collettivi, quali sciame, stormi, mandrie, banchi di pesci quando le proprietà acquisite dalla sequenza di sistemi sono *coerenti* cioè *mantengono emergente la stessa proprietà non acquisita tramite organizzazione*.

In sostanza le proprietà sistemiche sono mantenute nel primo caso grazie a organizzazione e struttura, nel secondo grazie a sequenze coerenti di organizzazione e struttura diverse.

Un sistema è poi detto *complesso* quando non solo è stabilito da un fenomeno di emergenza, ma quando ne avvengono continuamente in esso dando luogo all'acquisizione continua di proprietà emergenti diverse per cui un singolo modello non basta, richiedente l'uso dinamico di più modelli simultaneamente. Esempi sono dati da proprietà comportamentali di stormi, sciame, mercati, e distretti industriali (Guberman and Minati, 2007; Minati, 2010; Minati e Pessa, 2006).

2. Approcci

Vi sono molti approcci introdotti in letteratura per indurre, influire e gestire proprietà sistemiche del primo tipo e cioè dovute a organizzazione. L'interazione continua avviene con la stessa organizzazione e struttura.

Vi è invece carenza di approcci per intervenire sui processi di emergenza le cui proprietà sono trattate come se fossero dovute a processi di organizzazione, come se fossero proprietà sistemiche del primo tipo. Potrebbero anche esserlo, ma il fenomeno costitutivo è di natura differente.

Inoltre i due tipi di processo possono anche essere simultanei, seguenti, combinati.

Questi fenomeni sono trattati adeguatamente con modellizzazioni e approcci in discipline come la fisica e la biologia mentre vi è profonda inadeguatezza *culturale* che impedisce adeguati approcci, ad esempio, nelle problematiche sociali.

Un esempio di cambiamento concettuale è dato dall'uso di più modelli contemporaneamente (Minati and Pessa, 2006) e dall'apertura logica piuttosto che termodinamica (Licata 2008; Minati, *et al.*, 1998).

Sistemi logicamente chiusi	Sistemi logicamente aperti
Ambito oggettivistico	Ambito costruttivistico
Deduttivi	Induttivi ed abduttivi
Evitano le contraddizioni	Usano le contraddizioni
Insensibili al contesto	Sensibili al contesto
Non apprendono, reagiscono	Imparano
Non cambiano le regole, al più i parametri	Cambiano le regole
Non flessibili	Flessibili
Operano sulla base di mono-strategie	Usano multi-strategie, uso multiplo di modelli
Orientati agli oggetti	Orientati ai processi
Osservatore esterno ed al più generatore di relativismo	Osservatore <i>integrato</i> e generatore di realtà cognitiva
Passivi	Attivi

Tav. 2 Un confronto riassuntivo tra sistemi *logicamente* chiusi e aperti.

Un tipico ambito è dato dalla difficoltà di sviluppare cultura ed approcci per delineare conoscenza necessaria per gestire la società post-industriale o della conoscenza. Focalizziamoci ora proprio su queste problematiche di interesse per l'economia ed il mondo aziendale, anche se analoghe considerazioni potrebbero, e dovranno, essere fatte, ad esempio, per la salute, la scuola e la politica.

3. Società della conoscenza

In questo capitolo delineiamo il percorso che ha portato dalla società industriale alla società post-industriale in modo da poter trattare poi concretamente la necessità di nuovi approcci concettuali e di linguaggio per essere efficaci ed adeguati.

3.1 Società industriale

L'attività trasformativa e produttiva della società industriale era basata sull'uso di materia prima e forza lavoro come risorse principali, ma la seconda amplificata dalle macchine. Si trattava poi dell'applicazione di effetti pratici e di invenzioni, come il motore a scoppio, l'elettricità, il fonografo, il telegrafo e poi il telefono. Le aziende industriali hanno proprio avuto origine dall'attività di individui che hanno inventato ed applicato tecnologie, proprietà ed effetti.

Thomas Edison è stato un tipico esponente.

Grazie alla capacità di processare grosse quantità di prodotti e di provvedere al loro trasporto, ad esempio con ferrovie e navi, la società industriale è stata in grado di stabilire economie con, a loro volta, loro proprietà acquisite, come la crescita, depressione e inflazione.

“Most industrial technology is an extension and modification of the inventions and technologies of that remarkable half-century before World War I . . . This continuity, in

turn, has made for stable industry structure. Every one of the great nineteenth-century inventions gave birth, almost overnight, to a new major industry and to new big business. These are still the major industries and big businesses of today.” (Drucker, 1968, pag. 7).

Peter Drucker ha introdotto la considerazione che il più lungo periodo di continuità e stabilità economica della storia si concluse durante gli anni '50 (Drucker, 1985). Considerò anche come i 25 anni dal piano Marshall fino alla fine degli anni '70 fosse un periodo ad elevata prevedibilità.

3.2 Società Post-industriale

La società Post-industriale (Bell, 1973; Drucker, 1968, 1970, 1989) anche detta, sia pur in modo controverso, *post-business society* (Drucker, 1989) e la sua economia è basata sulla conoscenza scientifica come risorsa principale.

Le risorse principali non sono più date da applicazioni di effetti e invenzioni, ma dalla conoscenza *applicata a se stessa* per usare, applicare, estendere e creare nuova conoscenza. Esempi sono dati dalla creazione di teorie, modelli, simulazioni, analisi di dati usando computer; software per applicazioni e per progettare software; scienza dei materiali per produrre materiali usati in medicina, elettronica e meccanica; creazione di *ambienti artificiali* per studio o produzione; nanotecnologie per studio e applicazione in chimica, biologia e farmacologia; strumentazione di ricerca come la robotica e la Magnetic Resonance Imaging (MRI) per lo studio dei materiali ed in medicina a scopo sia diagnostico sia di ricerca.

La conoscenza è usata per usare e studiare la conoscenza stessa. A questo riguardo, in uno dei suoi contributi più importanti, Peter Drucker (Drucker, 1968) osservò che dopo gli anni '60 i sistemi sociali entrarono nell'*era della discontinuità*. La discontinuità era da lui considerata dovuta allo stabilirsi della conoscenza come nuova risorsa avente la possibilità di estendersi in modo imprevedibile e non-limitato. Questa è la ragione di fondo, e la fonte, dello stabilirsi di complessità nella Società post-industriale dove i sistemi non solo *posseggono* proprietà, ma ne acquisiscono di nuove emergenti in continuazione. Questo è dovuto, ad esempio, alla *virtualità* per cui chi progetta, possiede e gestisce una struttura, non vende le sue caratteristiche e funzionalità *direttamente*, ma emergono varietà di diverse offerte di servizi usanti quella stessa struttura come è per la telefonia, le strutture aeroportuali e l'energia. La virtualità online di internet permette azioni in tempo reale. Si tratta di un contesto ove offerte, prezzi e politiche commerciali variano con un *click*. Su una struttura costruita usando conoscenza disciplinare di vario tipo si stabilisce una sovrastruttura ad elevata dinamica costituita di offerte marketing e servizi di varia natura che acquisiscono proprietà stabilenti complessità e tali da influenzare poi la struttura stessa.

3.3 Costruttivismo e linguaggio

In questo paragrafo si considererà il ruolo costruttivistico dell'osservatore (Von Foerster, 1974; 1979; 1981; 2003) basato sul linguaggio quando operante con sistemi naturali, cioè senza progetto esplicito -se non ipotizzato-, ed emergenti, cioè non organizzati. Il ruolo costruttivistico dell'osservatore non consiste né nel *perturbare* o essere fonte di *relativismo*, ma di creare *esistenza cognitiva* modellando i fenomeni e i processi, come nella *psicologia della Gestalt* e nella *scienza cognitiva* (Lindsay and Norman, 1972; Norman, 1980; Von Glasersfeld, 1995; Wertheimer, 1959).

Le proprietà strutturali e sovrastrutturali della Società Post-industriale non sono rappresentabili e gestibili con i concetti e gli approcci dell'epoca industriale. Forniamo di seguito alcuni esempi.

4. I nuovi concetti

Elenchiamo alcuni dei nuovi concetti, che possono assumere dimensione *ontologica*, in grado di contribuire alla costituzione di una nuova cultura adeguata a trattare le problematiche della complessità e delle proprietà emergenti.

Si tratta di usare l'enorme potenza costruttivistica del linguaggio senza riutilizzare concetti vecchi che inducono ragionamenti inadeguati, riproduzioni di quelli che sono stati efficaci nella società industriale.

1. Mantenere

Nel ragionare comune si applica in maniera trasposta il concetto di *difendere* che usualmente si applica al *mantenimento* di stati posseduti, come proprietà, livello sociale, e inteso anche come manutenzione di beni soggetti a deperimento e usura.

Le proprietà sistemiche emergenti non vanno *mantenute* come difendere una proprietà, chiudendo e proteggendo dall'esterno, difendendo da perturbazioni e attacchi. Vi è la dimensione concettuale, ontologica, psicologica dello statico, ripetibile, sicuro. L'ambiente non è da considerarsi come sorgente di problemi, instabilità, ma come risorsa necessaria.

Per mantenere le proprietà di un sistema basterebbe continuare a far interagire i componenti secondo un'organizzazione e struttura *fisse*. Nel caso dell'emergenza la stessa interazione dovrebbe continuare, *acquisendo continuamente* la stessa coerenza, cioè la stessa proprietà.

Ma questo approccio non corrisponde alla dinamica strutturale dei fenomeni complessi. Inoltre considerare proprietà emergenti come dovute a organizzazione è inefficace e fuorviante.

L'attività di un'azienda è sempre più generata da processi di emergenza e considerarla dovuta a organizzazione *solamente* è inefficace.

Un altro caso riguarda il concetto di *salute*, assunto da mantenere, difendere invece che costruire continuamente.

Si hanno, in corrispondenza, ospedali, progettati e realizzati nell'ottica di riparare, somministrare e distribuire rimedi, *erogare oggettivamente salute* e quindi più per il personale medico e paramedico che per i pazienti che non *coincidono* con patologie, non *sono* patologie, le vivono invece nella complessità della loro persona e situazione sociale.

La farmacologia attuale è per agire su patologie. L'azione sul sistema-paziente avente *quella* specifica patologia è realizzata principalmente con dosature e combinazioni di farmaci.

Questa è diventata anche la domanda di salute da parte del paziente che si rivolge all'assistenza aspettando prescrizioni.

Questa è l'ontologia della domanda di salute.

La salute è invece sempre diversa, ma coerente.

Nella *cultura della complessità* l'approccio ontologico cambia *usando* eventualmente quello precedente, ma senza *coincidere* con esso.

In sostanza si passa dal difendere la salute al *generarla* come fenomeno emergente, in un quadro concettuale di salute come bilanciamento e compensazione di risorse variabili nel tempo, di natura adattiva e dato dal sistema cognitivo, dalla mente che *progetta usi di risorse* (es. medicine, cibi, comportamento, ecc.) più che prescritta o misurata oggettivamente.

Le proprietà sistemiche emergenti vanno generate continuamente e sono date da coerenza più che da ripetibilità di processi.

Ovviamente in tali processi vi sono condizioni necessarie a loro volta da mantenere o da riconfigurare con usi diversi delle risorse disponibili.

Il supporto farmacologico e medico va usato dal paziente per costruire salute e non assumendoli *coincidenti*.

2. Calcolare

Nel ragionare comune si applica e si traspone il concetto classico di calcolare consistente nel partire da dati da combinare tra loro attraverso operatori e giungere *al risultato* (Turing, 1936; 1938; 1949). Ad esempio fare una somma.

Il procedimento è certo, la calcolabilità è data per scontata ed il risultato unico e indiscutibile, anzi *giusto* o *sbagliato*.

Nel mondo della complessità, cioè di proprietà che non sono stati, ma sono acquisite in continuazione, questo approccio non è efficace (non ci interessa se giusto o sbagliato).

Questo perché il sistema complesso *decide* ad ogni passo, in un gioco di scelte dovute a sistemi di fattori variabili, come combinare gli input e scegliere tra possibilità equivalenti. E questo applicando regole a loro volta variabili.

Il comportamento di uno stormo o di uno sciame non è calcolabile dallo stato precedente come se fosse lo stesso sistema che assume uno stato al tempo $t+1$. Non solo non si applicano le stesse regole, ma vi è una moltitudine di sistemi sovrapposti che cambiano e danno luogo al comportamento complessivo.

Non vi è stabilità strutturale.

Questo lo si vede quando si simulano tali comportamenti usando diversi *tipi di calcolabilità* considerati *rappresentare computazionalmente* tali dinamiche, ad esempio attraverso computazioni ad agenti, Reti Neurali e Automi Cellulari (De Toni e Bernardi, 2009; Pessa, 1994).

In tali contesti si considerano ambiti concettuali diversi, ad esempio dato l'input e l'output prima, calcolare la funzione che fa passare da quel tipo di input a quel tipo di output (*machine learning*).

La calcolabilità, intesa come *la* ricerca di soluzioni, siano esse singole, multiple e assunte come esistenti, vale solo per i problemi non complessi.

Per i problemi complessi la calcolabilità è una strategia cognitiva inadeguata. Le loro proprietà possono essere indotte, orientate, regolate con l'uso di modelli multipli.

Vi è un ruolo diverso del passato in rapporto non deterministico con il futuro, non come limite, ma come fonte di varietà.

E' interessante porsi il problema di progettare macchine che sbagliano, cioè processi generatori di emergenza (Minati e Vitiello, 2006).

3. Decidere

L'approccio tradizionale consisteva nel considerare la decisione come un processo *razionale* di massimizzazione, ottimizzazione al più *perturbabile* da fattori non-

razionali. Si trattava comunque di decidere tra possibilità date (come acquisto di prodotti, scelta sul telecomando).

Decidere è considerato oggi come un comportamento emergente da trattare come un processo complesso. I suoi molteplici aspetti dinamicamente correlati sono concettualmente e metaforicamente considerabili come elementi di stormi il cui comportamento emerge ogni volta.

Tuttavia come è possibile agire sul comportamento emergente dei sistemi sociali, così è possibile agire nello stesso modo sul comportamento emergente dei singoli sistemi autonomi.

Decidere è un processo di emergenza non approssimabile con computazione non-complexa, se non riducendosi a casi semplificati ed estremi.

La problematica del decidere è oggi studiata in modo interdisciplinare, ad esempio dalla neuro-economia ed in ambienti critici come quelli militari e medici nel contesto della *realtà aumentata* consistente nella sovrapposizione di livelli informativi (virtuali, computati per simulazione, multimediali con rappresentazioni multiple, dati di geolocalizzazione, rappresentazioni di valori assunti da variabili stabilite dall'utente - non solo, ad esempio, velocità, temperature e pressione, ma loro variabili mesoscopiche, ecc.-) disponibili su video integrato, ad esempio, nel parabrezza e via audio.

L'elaborazione complessa fa sì che il processo di decisione non sia *algoritmizzabile* se non in casi semplici dove bastino valutazioni razionali.

4. Dinamica

Il concetto di dinamica consiste classicamente nel cambiamento nel tempo di valori assunti da misurazioni di variabili come posizione nello spazio, velocità, fatturato e variazioni di ruoli.

Un sistema dinamico è costituito da due parti:

- una in cui sono rappresentate le caratteristiche del suo stato (cioè le informazioni essenziali sul sistema) - $f(x)$
- e
- la dinamica del sistema, espressa da una regola che descrive l'evoluzione dello stato nel tempo - dx/dt :

$$f(x) = dx/dt.$$

La *struttura* dei sistemi è data dalle relazioni, specificate con parametri, tra i componenti. In particolare dalle *interazioni* tra loro.

Due elementi sono detti interagire quando il comportamento dell'uno influenza quello dell'altro, per esempio attraverso scambio di energia.

In una struttura fissa, come un circuito elettronico, le interazioni possibili sono predeterminate.

Nella complessità la dinamica riguarda il variare della *struttura stessa* dei sistemi – *metastrutture*- cioè si assume di operare non con un sistema che varia nel tempo, ma con sequenze *coerenti* di sistemi costituiti dagli stessi elementi che interagiscono in modo diverso.

Ne sono esempi i concetti di Sistemi Multipli e di Esseri Collettivi introdotti sopra, quando gli stessi elementi costituenti svolgono ruolo intercambiabili ed interagiscono simultaneamente o in sequenza in modi diversi costituendo sequenze di sistemi diversi (Minati, 2008).

5. Organizzare

In generale un'organizzazione è data da relazioni tra elementi, con parametri non specificati. Una struttura è invece data da una specificazione di un'organizzazione, quando i parametri sono dati.

Organizzare significa quindi introdurre modalità con cui elementi operano in modo da garantirne coerenza ad esempio attraverso la loro sincronizzazione e interdipendenza.

Si tratta di *imporre coerenza* da poi specificare con la struttura.

Tuttavia l'organizzazione non può coprire *tutti* gli aspetti se non quelli considerati importanti dall'organizzatore, in quanto:

- Possono essere considerati in numero finito e limitato solo considerando un livello di descrizione sufficientemente macroscopico;
- Gli aspetti non sono costanti, ma si generano dinamicamente emergendo dalle configurazioni precedenti.

Si può considerare come a fianco di un'organizzazione formale, gerarchica e stabile emerga sempre un'organizzazione *informale* non data cioè da regole esplicite e fisse, ma da decisioni emergenti che caratterizzano i sistemi umani.

Questo aspetto permette, ad esempio, processi di apprendimento e di adattamento a situazioni *impreviste*.

6. Imparare dal passato

Il concetto, l'ontologia, si basa sul ritenere il futuro prevedibile dal passato, assumendone stabilità e ripetibilità. Imparare consisterebbe proprio nel *riuso* di ciò che ha funzionato in passato. Imparare sarebbe costruzione di analogie ripetibili.

Nella complessità proprietà e dinamiche invece cambiano.

Questo apprendimento va allora sostituito con teorie del cambiamento in cui siano rappresentate e previste variazioni di proprietà e di dinamica corrispondenti all'emergenza fenomenologica di nuove proprietà.

Usare le stesse regole efficaci in passato è inadeguato.

Non si tratta di imparare a *regolare*.

Così per trattare con i figli che crescono e verso i quali si devono adattare strategie diverse, condizioni atmosferiche e comportamento di uno sciame.

Se il livello di descrizione e di soglia è alto, macroscopico, allora può essere temporaneamente possibile riusare approcci precedenti in quanto il cambiare sarebbe approssimato da singoli livelli di soglia macroscopici come *range* di comportamenti, temperatura e comportamenti in condizioni estreme (fuga da un predatore, avvistamento di cibo) per cui le fluttuazioni vengono riassorbite.

7. Ottimizzare

E' inteso in generale come uso ottimo di risorse, cioè massimizzazione dei risultati a fronte di uso di risorse. Così come l'ottimizzazione di un percorso significa poter raggiungere tutti gli obiettivi prefissati percorrendo il percorso minore, nel tempo minore.

Ottimizzare andrebbe sempre bene.

Sistemi di processi ottimizzati sarebbero ottimizzati. Questa impostazione concettuale assume la non efficacia di atti non aventi un fine unico. Si prescrive un funzionamento meccanico in grado di eliminare qualunque comportamento non-ottimo, cioè non finalizzato unicamente.

La creatività non funziona così, come

- le aziende nella fase post-industriale sono sistemi complessi (Zanotti, 2010) e non si basano più *solo* sulla pianificazione (De Toni *et al.*, 2011).
- l'ottimizzazione elimina l'informalità *-si impone completezza-* e non considera i processi di emergenza di creatività.
- *i processi di emergenza non sono ottimi, ma esplorano spazi di possibilità generando unicità.*

8. Prevedere

Il processo è solitamente confuso con la possibilità di *anticipare*, cioè *calcolare futuro*.

Ciò è concettualmente possibile considerando configurazioni limitate di stati e regole evolutive in numero finito e limitato applicate in modo *fisso*. Si tratta del comportamento di macchine quando non si *guastano*. Il guasto di una macchina e il black out di una rete elettrica possono *emergere* da variazioni parametriche e combinazioni interne o a effetti esterni.

Effetti interni possono essere, per esempio, dovuti a usure meccaniche, combinazioni di instabilità ed oscillazioni. Effetti esterni possono essere di varia natura come dirompenti sollecitazioni meccaniche, variazioni ambientali di temperatura e perturbazioni elettromagnetiche.

Il guasto può essere progettato e anticipato introducendo debolezze strutturali capaci di indurre il modo con cui una macchina possa gustarsi, ad esempio in modo non catastrofico.

Si *prevede* invece quando l'osservatore si prende la responsabilità di identificare una configurazione di variabili e gradi di libertà entro cui il fenomeno emerge. E' in tale configurazione *scelta* che l'osservatore prevede l'evolversi di processi (Minati, 2009).

Casi sono processi aziendali, meteorologici e medici.

La calcolabilità della probabilità è limitata dalla configurazione considerata. De Finetti diceva: "*La probabilità non è nient'altro che il grado di fiducia (speranza, timore, ...) nel fatto che qualcosa di atteso (temuto, o sperato, o indifferente) si verifichi e risulti vero*".

9. Unicità

Ilya Prigogine (1917-2003) introdusse un approccio molto innovativo nella termodinamica. Non si focalizzò *solo sui problemi dell'equilibrio* (come continuiamo a fare in economia), ma introdusse una nuova prospettiva considerando l'irreversibilità non più solo come una proprietà *degenerativa*, in particolare per sistemi lontani dall'equilibrio, ma per la sua capacità di costruire configurazioni *uniche*. Introdusse il concetto di sistemi come *strutture dissipative* in riferimento alla coesistenza tra cambiamento e stabilità, come nei gorgi in fluidodinamica dove a fronte di un continuo flusso (dissipazione) di materia dall'esterno, la proprietà rimane.

L'irreversibilità sarebbe quindi il *prezzo* per avere unicità nei fenomeni e processi (Prigogine, 1981; 1998).

Il fatto di operare con unicità e eventi improbabili richiede di adottare impostazioni concettuali nuove che non possono darci la sicurezza della ripetibilità, possibilità di anticipare e algoritmizzare in una sorta di standardizzazione del divenire.

10. Esistenza

E' considerabile come un'esigenza concettuale per trattare di fenomeni e processi. Mentre la si può considerare come una strategia cognitiva da assumere se efficace. In sostanza si tratta di decidere come *conviene* pensare che qualche cosa sia (quale modello adottare) per essere più efficaci, piuttosto che cercare di scoprire come realmente sia.

Si noti che quest'ultima strategia è un caso *particolare della prima*.

Parlando con il Rabbino della mia comunità in merito all'esistenza di Dio si rilevava come si tratti di un problema nostro.

11. Obiettivo

Diceva Peter Drucker (Drucker, 1970) la prima cosa da decidere in una strategia di sviluppo è che cosa abbandonare, non stabilire nuovi obiettivi. Si tratterebbe invece di fissare lo stile, le modalità per fare e non tanto *che cosa fare*. Credo sia illuminante considerare un estratto dal *mission statement* dei fondatori della Sony scritto nel 1946, subito dopo la guerra persa e due bombe atomiche:

“... *The first and primary motive for setting up this company was to create a stable work environment where engineers who had a deep and profound appreciation for technology could realize their societal mission and work to their heart's content ...*”

(disponibile integralmente a

<http://www.sony.net/SonyInfo/CorporateInfo/History/prospectus.html>)

Nessun riferimento al profitto, mercato o successo.

L'imprenditoria nell'era della complessità inventa e considera ruoli, eccellenza, specificità, ... di cui gli obiettivi sono solo materializzazioni temporanee.

12. Risolvere

Il significato di *risolvere* va esteso dal perseguimento e individuazione di una o più soluzioni ad un problema, alla creazione ed adozione di approcci multipli e dinamici per far acquisire proprietà ad un processo emergente. Oggi non si dispone di un'*impalcatura teorica* adeguata per indurre, variare e orientare processi di emergenza e acquisizione di proprietà. Usare soluzioni a problemi locali o a complessi di essi non è una strategia efficace ed è dannoso confondere i due contesti.

13. Sostenibilità, Crescita e Sviluppo

12.1 Sostenibilità

E' passato moltissimo *tempo scientifico, sociale, politico ed economico* da quando Aurelio Peccei e Alexander King fondarono negli anni '60 il Club di Roma per affrontare ed individuare percorsi di crescita consapevoli ed alternativi adeguati per l'evoluzione globale del mondo (Meadows *et al.*, 1972; 1993).

Il loro contributo generò, tra il resto, comprensione della *sostenibilità* di processi. In breve, come è ormai ben noto, la *sostenibilità* di un processo fu individuata nel fatto di non richiedere risorse di qualsiasi natura ad una intensità di consumo superiore a quella del loro rigenerarsi. Altrimenti il conseguente esaurimento avrebbe condannato qualsiasi processo basato su di esse a spegnersi oltre ad aver causato la scomparsa di tali risorse dissennatamente consumate.

Un atteggiamento di rispetto verso la sostenibilità ha inizialmente il positivo effetto di individuarla non solo nelle risorse direttamente da consumare, ma anche nella catena delle risorse da considerare. Si trattava di accendere attenzione ecologica non come posizione culturale o ideologica, ma come atteggiamento strategico e consapevole nuovo.

Il tema era infatti stato introdotto con riferimento alle risorse naturali di qualsiasi natura ed al loro ciclo di riproduzione naturale da conoscere e rispettare. Ciò riguarda, ad esempio, le risorse alimentari, energetiche, le materie prime e le necessità ambientali richieste dai cicli stessi, ad esempio climatiche come magistralmente introdotto da Georgescu-Roegen (1971, 1976, 1977a, 1977b, 1979).

Il riferimento era a processi di crescita *quantitativa*. Successivamente il termine sostenibilità fu usato in maniera estensiva per processi di qualsiasi natura e con riferimento alle risorse richieste. Ecco che si parlò di sostenibilità di stili di vita, finanziaria, di aziende ed anche, in modo traslato, non misurabile, di rapporti interpersonali richiedenti tempo e attenzione dei singoli, come nel caso delle famiglie.

In campo socio-economico il termine fu usato non solo in riferimento alla possibilità di *mantenere un processo nel tempo*, ma anche in relazione alla sua *crescita*.

12.2 Crescita

Riferendoci a sistemi socio-economici la *crescita* può essere considerata come un processo incrementale di qualsiasi natura (ad esempio lineare, esponenziale e descritto da curve logistiche caratterizzate da crescita decrescente limitata come nel grafico indicativo in fig. 1. Ciò era tanto più importante in quanto i sistemi economici dovevano manifestare *continui* processi di crescita, sostenibili ovviamente. Tuttavia era evidente la contraddittorietà tra la richiesta di sostenibilità e la richiesta di crescita continua. La tecnologia fu chiamata a risolvere la contraddizione estendendo la durata delle risorse con la loro riproduzione, ad esempio alimentari, sostituendo risorse tra loro, introducendone di nuove e riducendo i consumi.

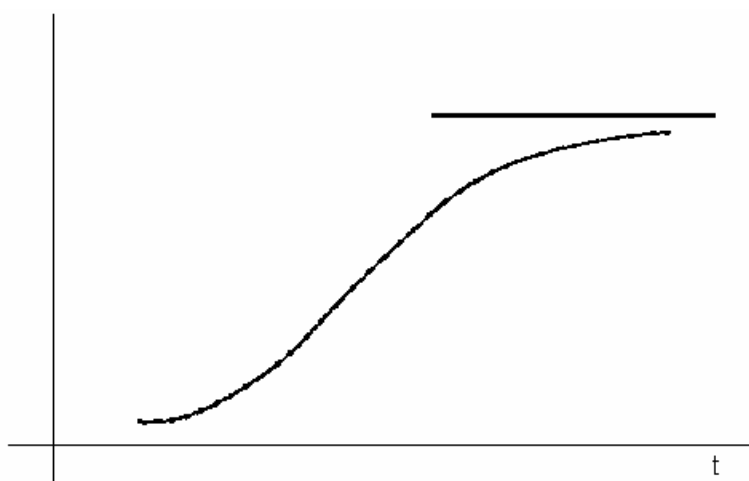


Fig. 1 Un esempio di curva logistica

Il termine sostenibilità fu poi esteso a tecnologie, prodotti e costruzioni intendendoli sostenibili quando capaci di ridurre non solo il consumo di risorse, ma anche l'inquinamento. A volte il termine sostenibile è sostituito da *verde* per indicare il rispetto per l'ambiente (ad esempio, benzina verde e ospedali verdi). Il termine verde è diventato una parola del marketing, mentre il termine sostenibilità inflaziona articoli;

dichiarazioni, pagine web e brochure aziendali; libri e tesi nelle università. La sostenibilità e l'essere verde sono diventate tematiche *sintattiche e non semantiche*.

12.3 Sviluppo

La semantica viene ritrovata quando si parla di *sviluppo* e non solo di crescita. Si realizza che la crescita non è *condizione sufficiente* per lo sviluppo e forse neppure *necessaria*. Un processo di *sviluppo* può essere rappresentato in vari modi, ad esempio considerando (Minati and Pessa, 2006):

- a) la successione nel tempo di processi di crescita relativi allo stesso singolo processo oppure a processi sostitutivi, attivati ad esempio dall'innovazione in campo economico;
- b) l'*armonicità o coerenza* dei processi di crescita del sistema in esame in base ad un piano, un progetto di sviluppo. L'armonicità è così intesa come un fatto interno al sistema stesso, quasi fosse un aspetto inerente alla coerenza, alla reciproca compatibilità tra i processi di crescita stessa. Concettualmente si opera con considerazioni basate sul presupposto di operare in sistemi chiusi. Ad esempio crescite disarmoniche di vari aspetti aziendali come produzione, distribuzione, aspetti finanziari e risorse umane porteranno al fallimento. Allo stesso modo quando si parla di sviluppo di un bambino si parla dell'armonicità tra crescite di diversi aspetti del suo corpo e della sua mente. Disarmonicità nella crescita di singoli aspetti fisici porteranno a irregolarità antropometriche spesso di natura patologica;
- c) il *passaggio tra curve di crescita* quando vi è la fine e l'inizio di nuovi processi e prodotti grazie all'innovazione ed alla tecnologia;
- d) lo sviluppo come processo di emergenza, come *stormo di processi di crescita che acquisisce sviluppo come proprietà emergente*. In questo contesto è il comportamento dello stormo di crescite a rappresentare sviluppo e può basarsi su comportamenti diversi delle singole crescite, anche disarmoniche ed alcune negative (come il volo degli uccelli di uno stormo).

12.4 Oltre la sostenibilità

In base a quanto sopra discusso la tematica della sostenibilità si trova a diventare generica ed addirittura negativa quando intesa come *conservativa* e cioè inducente il mantenimento di equilibri incrementali piuttosto che trasformativi permessi da innovazione e processi tecnologici.

In questo contesto si va oltre la *sostenibilità*. Occorre considerare processi di creazione che possono sostituirsi ai precedenti, di emergenza e innovazione. Occorre considerare la sostenibilità di processi di emergenza di proprietà da popolazioni di processi interagenti e non solo dei singoli processi. Concentrarsi sulla sostenibilità dei singoli processi significa assumere riduzionisticamente che le proprietà emergenti non siano altro che la loro somma.

Esempi di proprietà emergenti da popolazioni di processi interagenti sono i comportamenti dei mercati, dei distretti industriali, di una classe scolastica e del traffico.

La sostenibilità *contabile* del consumo di risorse va sostituita con l'innovazione, la sostituzione con altri processi. Ad esempio con la produzione *organizzata* di cibo (si veda l'iniziativa EXPO 2015 a Milano 'Nutrire il Pianeta')

<http://en.expo2015.org/ht/it/tema.html>), con l'uso di produzione di energia fotovoltaica ed eolica e di tecnologie a basso inquinamento e ibride. In tal caso la proprietà emergente sostenuta è la vita sul nostro pianeta.

La tematica della sostenibilità è spesso usata ipocritamente, confusa con tematiche ambientali ed ecologiche, senza permettere o favorire la visione sistemica complessiva dell'uso di risorse e neppure le relazioni tra effetti prodotti da cause e effetti prodotti da soluzioni.

Conclusioni

Si sono delineate alcune delle proprietà fondamentali della complessità allo scopo di poter elencare in modo aggiornato il significato di concetti ed azioni avvenenti nei sistemi sociali ed in grado di delineare nuove ontologie da usarsi nel modo scolastico ove si forma il linguaggio di significati e nel linguaggio comune dei sistemi sociali ove lo si pratica per pensare, progettare e agire.

Bibliografia

- Bell D., 1973. *The Coming of Post-Industrial Society. A Venture in Social Forecasting*, New York, Basic Books
- De Toni A.F. e Bernardi, E., 2009. *Il pianeta degli agenti*. UTET. De Agostini, Novara.
- De Toni A.F., Comello, L., e Ion, L., 2011. *Auto-organizzazioni*. Marsilio, Venezia.
- Drucker P. F., 1989. *The new realities*. Harper & Row, New York.
- Drucker P.F., 1968. *The Age of Discontinuity*. Heinemann, London (trad. it. *L'era del discontinuo*, Etas Kompass, 1970)
- Drucker P. F., 1985. *Managing in Turbulent Times*. HarperBusiness, New York.
- Drucker P.F., 1970. *Technology, Management & Society*. Harper & Row, New York (trad. it. *Tecnologia, management e società*, Etas Kompass, 1971)
- Georgescu-Roegen N., 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Georgescu-Roegen N., 1976. *Energy and Economic Myths: Institutional and Analytical Economic Essays*. Pergamon Press, New York.
- Georgescu-Roegen N., 1977a. "Bioeconomics: A new look at the nature of the economic activity" in *The Political Economy of Food and Energy* (L. Junker, ed.), University of Michigan, Ann Arbor, MI, pp. 105-134.
- Georgescu-Roegen N., 1977b. "Matter matters, too" in *Prospects for Growth: Changing Expectations for the Future* (K. D. Wilson, ed.), Praeger, New York, pp. 293-313.
- Georgescu-Roegen N., 1979. "The Role of Matter in the Substitution of Energies" in *Energy: International Cooperation on Crisis* (A. Ayoub, ed.), Press de l' Université Laval, Québec, pp. 95-105.
- Guberman S. e Minati, G., 2007. *Dialogue about systems*. Polimetrica, Milan, Italy, Open Access Publication
[http://www.polimetrica.com/index.php?p=productsMore&iProduct=32&sName=dialogue-about-systems-\(shelia-guberman-gianfranco-minati\)](http://www.polimetrica.com/index.php?p=productsMore&iProduct=32&sName=dialogue-about-systems-(shelia-guberman-gianfranco-minati))
- Licata I., 2008. *La Logica Aperta della Mente*. Codice Edizioni, Torino.

- Lindsay P.H., e Norman, D.A., 1972. Human Information Processing. Academic Press, New York.
- Meadows D. H., Meadows, D. L., e Randers, J., 1993. Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future. Chelsea Green Publishing Company, White River Junction, VT.
- Meadows D. H., Meadows, D. L., Randers, J., e Behrens III, W. W., 1972. The limits to growth: a report for The Club of Rome's project on the predicament of mankind. Universe Books, New York.
- Minati G., 2008. New Approaches for Modelling Emergence of Collective Phenomena - The Meta-structures project. Polimettrica, Milan. Open Access Publication [http://www.polimettrica.com/?p=productsMore&iProduct=81&sName=new-approaches-for-modelling-emergence-of-collective-phenomena-\(gianfranco-minati\)](http://www.polimettrica.com/?p=productsMore&iProduct=81&sName=new-approaches-for-modelling-emergence-of-collective-phenomena-(gianfranco-minati))
- Minati G., 2009. L'incertezza *nella* gestione della complessità. Riflessioni Sistemiche, <http://www.aiems.eu/Minati.pdf>.
- Minati G., 2010. "Sistemi: origini, ricerca e prospettive" in Strutture di mondo. Il pensiero sistemico come specchio di una realtà complessa, (L. Ulivi, Ed.), Il Mulino, Bologna, Italy, pp. 15-46, http://www.mulino.it/edizioni/volumi/scheda_volume.php?vista=scheda&ISBNART=13985
- Minati G., 2001. Esseri Collettivi. Apogeo scientifica, Milano. http://books.google.co.uk/books?id=08wVcL1kkkkC&printsec=frontcover&dq=%22esseri+collettivi%22+minati&source=bl&ots=zWvZta92yt&sig=VPWJhuhfklp6WMXFPYoUkpvG4A&hl=en&ei=QOuJTifXDIvFswbi7u2iAg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CBoQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false
- Minati G., e Pessa, E., 2006. Collective Beings. Springer, New York. <http://www.springer.com/west/home/philosophy/philosophy+of+sciences?SGWID=440399-22-173664727-0>
- Minati G., e Vitiello, G., 2006. "Mistake Making Machines" in Systemics of Emergence: Applications and Development (G. Minati, E. Pessa and M. Abram, eds.), Springer, New York, pp. 67-78.
- Minati G., Penna, M. P. e Pessa, E., 1998. Thermodynamic and Logical Openness in General Systems. Systems Research and Behavioral Science **15**:131-145.
- Norman D.A., 1980. Twelve issues for Cognitive Science. Cognitive Science, **4**: 1-32.
- Pessa E., 1994. Symbolic and sub-symbolic models, and their use in systems research. Systems Research and Behavioral Sciences 11: 23-41.
- Prigogine I., 1981. From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences. W. H. Freeman & Co., New York, trad. it. *Dall'Essere al Divenire*, Einaudi, 1986.
- Prigogine I., 1998. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. The Free Press, New York.
- Turing A.M., 1936. On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. Proceedings of the London Mathematical Society, 2 42:230-65.
- Turing A.M., 1938. On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem: A correction. Proceedings of the London Mathematical Society, 2 43:544-6.
- Turing A.M., 1948. "Intelligent Machinery" in Collected Works of A.M. Turing: Mechanical Intelligence, a cura di D.C. Ince, Elsevier Science Publishers, 1992.
- Varela F., Maturana, H.R. e Uribe, R., 1974. Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model. BioSystems 5:187-196.

- Von Foerster H., 1979. "Cybernetics of Cybernetics" in *Communication and Control in Society* a cura di K. Krippendorff, Gordon and Breach, New York, pp. 5-8.
- Von Foerster H., 1974. Notes pour une épistémologie des objets vivants, in *L'unité de l'homme: Invariants biologiques et universaux culturels*, a cura di E. Morin e M. Piattelli-Palmerini, Seuil, Paris, pp. 139-155.
- Von Foerster H., 1981. *Observing Systems*. Intersystems Publications, Seaside, CA.
- Von Foerster H., 2003. *Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition*. Springer, New York.
- von Glasersfeld E., 1995. *Radical Constructivism: A Way of Learning (Studies in Mathematics Education)*, Routledge Falmer: New York.
- Zanotti F., 2010. Un Expo della conoscenza per fare emergere una nuova società. <http://balbettantipoietici.blogspot.com/>
- Wertheimer M., 1959. *Productive thinking*. Harper & Brothers Publishers, New York.