

Il concetto di complessità nella teoria dei sistemi

Seminario Label Cattid – ISCOM

Roma 16 giugno 2010

Alberto Marinelli



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Tre frasi per incominciare

“Percepire è fare”

“Se non vedo di essere cieco, sono cieco; ma se vedo di essere cieco, vedo”.

(Heinz von Foerster)

“La complessità è una parola problema e non una parola soluzione”

(E. Morin)

Evoluzione del concetto di complessità nella teoria dei sistemi – Una prima sintesi

- Dalla cibernetica di **primo ordine** - la **cibernetica dei sistemi osservati** - alla cibernetica di **secondo ordine** - la **cibernetica dei sistemi osservanti**.
- Dalla complessità come **proprietà del sistema** alla complessità come **forma dell'osservazione** (riferita al rapporto tra l'osservatore e le distinzioni che opera sull'oggetto conosciuto) che prova a sciogliere il paradosso dell'**unitas multiplex** attraverso l'operazione di distinzione ricorsiva tra **elemento** e **relazione**.

Cibernetica dei sistemi osservanti Inclusione dell'osservatore nel sistema osservato

- Tutto ciò che è detto, è detto da un osservatore e può essere sottoposto a un'osservazione di secondo ordine, che lascia intravedere dei "punti ciechi".
- La presa d'atto della presenza di "punti ciechi" comporta conseguenze sia nella dimensione cognitiva che in quella epistemologica: "comporta una **radicale de-ontologizzazione** della prospettiva nella quale ci si rapporta agli oggetti in quanto tali" (Luhmann)
- Attraverso questa strategia si riesce a prendere atto del **relativismo delle distinzioni** che vengono operate per produrre osservazioni (e **decisioni**) e della loro **contingenza**.

Cibernetica dei sistemi osservanti
Inclusione dell'osservatore nel sistema osservato

- Quando si parla di **punti ciechi** non si assume una prospettiva di stampo relativistico: non si parla dei valori, ma delle distinzioni da cui ogni osservatore parte per compiere l'operazione di osservazione.
- Nelle operazioni di osservazione devono essere impiegate infatti distinzioni che si presentano – inevitabilmente per chi le utilizza – come un punto cieco.
- Ogni osservazione è **contingente**: può darsi anche diversamente, quindi non è né necessaria né impossibile.

Cibernetica dei sistemi osservanti
Inclusione dell'osservatore nel sistema osservato

- Ogni osservazione può e deve essere sottoposta a una osservazione che possa indicare cosa vede e cosa non può vedere un osservatore attraverso le distinzioni che opera.
- Le **osservazioni di osservazioni** consentono di trattare operativamente la contingenza dei punti di vista e lasciano aperta la possibilità di attribuire determinate definizioni all'osservatore osservato e di considerarne altre come elementi caratteristici di ciò che egli osserva.

Cibernetica dei sistemi osservanti Chiusura ricorsiva e autopoiesi

- La chiusura ricorsiva (“autologica”) rappresenta la caratteristica differenziale delle forma attraverso la quale si può operare una descrizione della complessità.
- Esempi di ricorsività: questa frase ha ventotto lettere; in democrazia, attraverso le procedure elettorali, il potere politico viene applicato a se stesso.

Complessità e modello di sistema “aperto”

Parsons lavora ancora secondo il modello di sistema aperto e dell’interscambio tra sistemi

- “Un sistema sociale è costitutivamente un sistema aperto, impegnato in processi di interscambio (o relazioni di input-output) con il proprio ambiente, e insieme è costituito da processi di interscambio tra le proprie componenti (units) interne”

Teoria della complessità e sistema aperto

- Nella cibernetica di primo ordine (e quasi sempre nell'analisi dei modelli organizzativi) le interazioni complesse vengono osservate e descritte secondo modalità rigorosamente **allopoietiche (eteroreferenti)**:
 - come input vengono classificati gli eventi indipendenti perturbanti che provengono dall'ambiente;
 - come output i cambiamenti nella macchina (nel sistema) che reagiscono e compensano queste modifica

Complessità e sistemi autoreferenziali

- Nella teoria dei sistemi autoreferenziali è la chiusura autopietica del network che consente di assumere la distinzione tra sistema e ambiente come il presupposto della produzione di informazioni che possano essere trattate entro il sistema.
- La distinzione tra sistemi “aperti” e sistemi “chiusi” viene sostituita dal problema delle modalità in cui la chiusura autoreferenziale produce una apertura autoreferenziale

Definizione di sistema autopoietico (F. Varela)

Un sistema autopoietico è organizzato (definito come unità) come un network di processi di produzione (trasformazione e distruzione) di componenti che produce le componenti che:

1. Attraverso le loro interazioni e trasformazioni in maniera continuativa rigenerano e realizzano il network di processi (relazioni) che le ha prodotte; e
2. Costituiscono il sistema (la macchina) come una concreta unità nello spazio in cui esse esistono, specificando il dominio topologico della sua realizzazione con network

(Principles of Biological Autonomy – 1979 , p. 13)

Accoppiamento strutturale tra sistemi autopoietici

- Il principio della *organizational closure* si applica alle interazioni tra più sistemi complessi.
- Per descrivere questa forma di interazione in cui la condotta della singola unità è funzione della condotta delle altre si ricorre al concetto di *coupling*
- “*Accoppiamento* si determina come risultato delle modificazioni reciproche cui sottostanno le unità interagenti nel corso delle loro interazioni, senza perdere ciascuna la propria identità” (Varela)

Come un sistema autopoietico interagisce con l'ambiente complesso

L'accoppiamento tra strutture organizzative chiuse consente al sistema di raccordarsi ad altri sistemi complessi presenti nel suo ambiente senza essere costretto a ricostruire al suo interno la loro complessità.

Si fa ricorso ai principi di:

- **Boundary maintenance.** La capacità di conservare una distinzione operativa fra sistema e ambiente.
- **Differenziazione sistemica.** La capacità di creare sottosistemi (relazioni interne del tipo sistema / ambiente) entro il sistema.
- **Complessità sistemica.** La capacità di scomporre in elementi e relazioni tra gli elementi.

Definizione di complessità nella teoria dei sistemi

In *Sistemi sociali* Niklas Luhmann così definisce la complessità:

- “Qualificheremo come insieme complesso un insieme di elementi fra loro connessi se, a causa di limitazioni intrinseche nella capacità di collegamento fra gli elementi, risulta impossibile collegare ogni elemento in qualsiasi momento con ciascuno degli altri elementi”.
- “La complessità nell’accezione indicata vuol dire necessità di selezione, necessità di selezione significa contingenza, contingenza significa rischio”

Definizione di complessità nella teoria dei sistemi

L'osservazione incontra limitazioni strutturali perché la complessità cresce in in maniera esponenziale lungo tre dimensioni:

- il numero e la varietà delle componenti del sistema
- la pluralità e la diversa incidenza delle funzioni di relazionamento tra gli elementi
- la variabilità delle componenti e delle loro relazioni nel tempo.

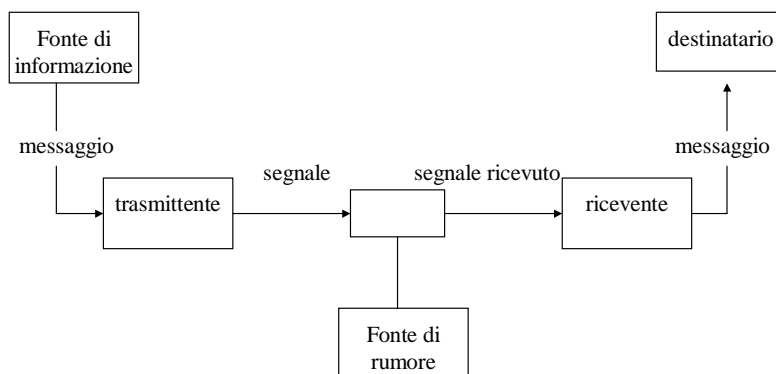
Conseguenze della complessità

- ***Necessità di mantenere un collegamento solo selettivo tra gli elementi.***
- ***Irreversibilità del tempo.*** L'osservazione non è mai la fissazione di uno stato ma la descrizione di un processo.
- ***Contingenza.*** Si danno sempre più possibilità di quelle momentaneamente attualizzate. Le connessioni tra le variabili (elemento/relazione) poste dall'osservatore possono non corrispondere alla risposta del sistema (che si comporta pertanto in modo imprevedibile) e dunque espone al rischio della sorpresa o della delusione.

La centralità dell'informazione

- Con Norbert Wiener e la cibernetica (scienza del controllo e della comunicazione - 1942) si determina un cambio di paradigma:
 - l'informazione e il suo scambio divengono oggetto di una scienza autonoma;
 - si comincia a interpretare il processo di scambio di informazione come integralmente costitutivo dei fenomeni sia naturali che sociali.
- Sulla nozione di informazione si produce una prima dicotomia - interna alla stessa cibernetica - **tra trasferimento e trasformazione (costruzione).**

Teoria matematica dell'informazione (Shannon-Weaver 1949)



Teoria matematica dell'informazione (Shannon-Weaver 1949)

- Il problema di ridurre il tasso di errore nei messaggi viene risolto elaborando in modo opportuno i dati generati dalla sorgente e trasmessi sul canale.
- La procedura di codifica dei segnali sta alla base dello sviluppo dell'informatica e del calcolo automatizzato (Von Neumann, Turing) così come dell'attuale estensione delle tecnologie di rete.
- Questo percorso delinea il campo della cibernetica di primo ordine (**cibernetica dei sistemi osservati**).

Teoria matematica dell'informazione Limiti e contraddizioni

- La comunicazione come scambio di informazione può essere ricondotta ad una “metafora idraulica” (Von Foerster): si lascia cadere qualcosa dentro una delle estremità di un tubo e lo si può estrarre all'altra estremità e viceversa.
- In questo contesto si interpretano le tecnologie dell'informazione semplicemente come “sistemi di immagazzinamento e di recupero”. Il che equivale - scrive von Foerster - a definire un garage come “un sistema di immagazzinamento e di recupero di trasporto”.

Complessità e informazione - 1

- Nella cibernetica di secondo ordine o dei sistemi osservanti (von Foerster, Bateson, Watzlawick) ***l'informazione è concepita come differenza che genera differenza***
- Questa definizione postula infatti l'esistenza di un **osservatore** (uomo o macchina) in grado di identificare e costruire le differenze in quanto tali.
- Da questo punto di vista l'informazione ha sempre carattere relativo e "non sta nella bocca del parlante ma nell'orecchio dell'ascoltatore".

Complessità e informazione - 2

- Per la cibernetica di secondo ordine la **complessità è la misura dell'indefinibilità o della carenza di informazioni**
- La complessità non è una proprietà dell'oggetto osservato ma una **forma dell'osservazione** che prova ricorsivamente a sciogliere il paradosso dell'**unitas multiplex** attraverso la distinzione costitutiva tra elemento e relazione.
- La complessità è l'informazione che manca al sistema per poter cogliere e descrivere compiutamente il proprio ambiente (complessità ambientale) o se stesso (complessità sistemica).

Complessità e informazione - 3

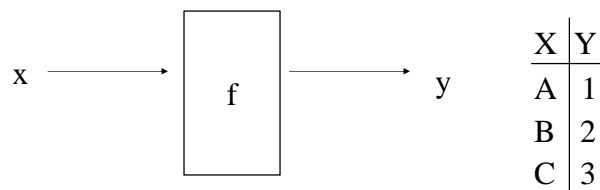
- Un bit di informazione, richiamando Bateson è “una qualsiasi differenza che fa differenza nell’evento successivo”.
- Un informazione si realizza qualora un evento selettivo (di tipo esterno o interno) è in grado di agire selettivamente entro il sistema, di selezionare cioè determinate condizioni sistemiche.
- L’informazione è quindi intesa come un evento che seleziona stati del sistema e questo è possibile solo grazie a strutture che circoscrivono e preselezionano le possibilità.
- L’informazione presuppone quindi la struttura, ma non è una struttura: è solo un evento che attualizza l’uso della struttura.

Complessità e informazione - 4

- Un’informazione il cui senso viene ripetuto, non è una informazione.
- L’informazione se ripetuta, conserva il suo senso, ma perde il valore di informazione”
- Attraverso un’elaborazione delle informazioni basata sul senso, il rapporto tra sistema e ambiente assume un’impostazione compatibile con un’elevata complessità e interdipendenza.

Trivial machine/non-trivial machine

- Una macchina banale è caratterizzata da una relazione lineare tra il suo input e il suo output.
- È determinabile analiticamente e prevedibile



Trivial machine/non-trivial machine

- Una macchina complessa è dotata di uno stato interno. Questo comporta che le relazioni di input/output non sono invarianti ma sono determinate dal precedente output.
- Una macchina non banale costruita su 2 input (A B), 2 output e 2 stati interni determina 65536 combinazioni possibili. Portando a 4 le componenti si ottengono 10^{2466} macchine ABCD possibili.

Trivial machine/non-trivial machine

Macchine banali

- Determinate sinteticamente
- Indipendenti dalla storia
- Determinabili analiticamente
- Prevedibili

Macchine non banali

- Determinate sinteticamente
- Dipendenti dalla storia
- Indeterminabili analiticamente
- Imprevedibili

Interazione lineare/interazione complessa

1) Interazione lineare = macchina banale

- la relazione è istituita tra un elemento e quello immediatamente precedente e seguente nella sequenza invariante ed unidirezionale del processo.
- Le interazioni imprevedibili possono verificarsi solo con l'ambiente esterno.
- Gli inconvenienti possono essere identificati e si possono preventivamente predisporre alternative.

Interazione lineare/interazione complessa

- 2) Interazione complessa = macchina non banale
- Ognuno degli elementi può interagire in maniera imprevista con uno o più degli altri elementi del sistema dando luogo ad effetti non ipotizzati e apparentemente incomprensibili.
 - Il potenziale di connessione è incontrollabile perché cresce in maniera esponenziale.
 - In un sistema complesso questa è la condizione di *normalità*.

Riduzione della complessità: struttura e processo

- I sistemi sociali operano per rendere tollerabile la soglia di incertezza derivante dalle interazioni complesse.
- Gestiscono pertanto la propria chiusura operativa ancorandosi alla riflessività del processo selettivo che assume due configurazioni strategiche: **struttura e processo**
- Le due forme si presuppongono reciprocamente, ciò che cambia è il loro rapporto con il tempo:
 - le strutture trattengono il tempo in maniera reversibile perché tengono aperto un ventaglio limitato di possibilità di scelta e possono essere annullate e modificate;
 - i processi segnano invece il carattere irreversibile del tempo, consistono di eventi irreversibili e non possono scorrere all'indietro.

Riduzione della complessità: struttura e processo

- Struttura e processo consentono di assorbire in maniera relativamente efficace l'incertezza, di trattare con una certa affidabilità i sistemi complessi e di assumere i rischi che ad essi sono inevitabilmente connessi.
- Fungono sul piano psichico da **regolatori della paura**, mantenendo latenti le alternative non selezionate e assicurando delle sintesi regolative che riducono comunque il rischio di commettere errori nella formazione delle aspettative (ad esempio traffico aereo, incidenti stradali, sicurezza a bordo aeromobili).

Riduzione della complessità: struttura e processo

- Rispetto ai **processi decisionali**, è opportuno rinunciare alla distinzione rischio/sicurezza perché il concetto di sicurezza fa riferimento ad una sorta di finzione sociale: assume le forme di una linearizzazione (nesso di causa/effetto) poste da un osservatore di primo livello (ad esempio nella apposizione di valori soglia mediante una decisione politica) rinunciando a problematizzare le osservazioni di primo livello sulla base delle osservazioni di livello superiore.
- **Non c'è alcuna decisione ritenuta sicura da un osservatore di primo ordine che appaia del tutto priva di rischio ad un osservatore di secondo ordine.**

Complessità dei processi decisionali: pericolo vs rischio

- Rispetto ai processi decisionali si presentano due possibilità:
 - se il possibile danno futuro è visto come conseguenza della decisione e imputato ad essa parliamo di **rischio**;
 - se al contrario è considerato come indotto dall'esterno e imputato all'ambiente, allora parliamo di **pericolo**.
- Il **rischio è dunque, a differenza del pericolo, un aspetto della decisione**, una conseguenza della propria decisione e della sequenza di decisione di cui si è parte.
- La distinzione è applicata in modo ricorsivo a tutte le soglie di osservazione che progressivamente si determinano.
- I rischi si presentano per quelli che li assumono in maniera completamente differente da come si presentano per coloro che osservano come gli altri assumono rischi.

Complessità dei processi decisionali: pericolo vs rischio

- La società contemporanea si iscrive in un processo evolutivo caratterizzato **dalla diminuzione dei pericoli e dall'incremento dei rischi**.
- La differenziazione funzionale dei sistemi di decisione per il trattamento della complessità e il ricorso alla scienza, alla tecnologia e al diritto comportano una **trasformazione dei pericoli in rischi**.
- Senza che questo contribuisca a ridurre l'impasse decisionale; anzi sovraccaricandolo ulteriormente perché la decisione rischiosa rientra nella normalità della vita economico, sociale e politica.

Riferimenti

- N. Luhmann, *Sistemi sociali*, Il Mulino, Bologna 1990 (ed. or. 1984)
- H.Maturana, F. Varela, *Autopoiesi e cognizione*, Marsilio, Venezia 1985 (ed. or. 1980)
- H. von Foerster, *Observing systems*, Intersystem Publications, 1982 (esiste tr. it. parziale)
- G. Bocchi, M. Ceruti, *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano 1985
- A. Marinelli, *La costruzione del rischio*, FrancoAngeli, Milano 1993