

Struttura, complessità e qualità intrinseche

Sergio Focardi, PhD

In questo commento discuto in modo informale la questione se la teoria della complessità sia un cambiamento di paradigma scientifico che porta la scienza a trattare questioni qualitative. Questo commento ruota intorno a tre domande principali :

1. La scienza è puramente formale ed astratta o si occupa anche di qualità intrinseche della realtà ?
2. Possiamo aderire al riduzionismo o dobbiamo accettare una gerarchia delle scienze?
3. La teoria dei sistemi complessi è qualitativa ?

Queste tre domande sono in stretta relazione ed hanno una grande importanza per l'economia e per le scienze sociali in generale. Infatti, due dei temi centrali di questo sito sono la complessità e gli aspetti qualitativi dell'economia. Discuterò perciò ciascun argomento separatamente e poi cercherò di fare una sintesi dal punto di vista dell'economia.

1. La scienza è puramente formale ed astratta ?

Per molti secoli, scienza e filosofia si sono almento parzialmente sovrapposte. Dai tempi della Grecia classica, i filosofi si sono interrogati sulla natura del mondo e per molto tempo la scienza ha creduto di studiare le qualità intrinseche delle cose. Il cambiamento concettuale è cominciato con Galileo Galilei che nel suo *Il Saggiatore*, pubblicato nel 1623, sostenne che il linguaggio della natura è la matematica. Si puo' tuttavia sostenere che la scienza moderna nasce nel 1687 con la prima pubblicazione dei *Principia* di Isaac Newton. Con Newton la fisica diventa formale ed astratta e si distacca dalla filosofia. Al momento in cui nel 1865 Clerk Maxwell enuncia la teoria dell'eletromagnetismo le scienze fisiche sono formali ed assiomatiche.

Questo processo di formalizzazione culmina con lo sviluppo della teoria della Relatività e della meccanica quantistica. La teoria della Relatività Ristretta di Einstein del 1905 aveva mostrato che concetti quali la simultaneità non possono essere interpretati in termini intuitivi ma dipendono dai processi di misurazione. L'operazionalismo proposto da

Percy Bridgman nel 1930 formalizzò queste idee in una teoria secondo cui tutte le variabili fisiche devono essere definite in termini delle operazioni di misurazione.

La cosiddetta interpretazione di Copenhagen della meccanica quantistica, sviluppata nel periodo 1925-1927 da Niels Bohr e Werner Heisenberg sostiene che le leggi della fisica non sono altro che modelli matematici che connettono le osservazioni. Secondo l'interpretazione di Copenhagen, le leggi della fisica non sono descrittive di una realtà oggettiva ma sono semplicemente modelli matematici.

Non sono mancate le critiche. L'operazionalismo è stato criticato sostenendo che la fisica si serve di variabili definite astrattamente che si applicano anche quando nessuna operazione di misura è possibile. Ad esempio, altissime temperature, dell'ordine dei milioni di gradi, non sono misurabili eppure la variabile temperatura è comunque validamente impiegata.

Critiche all'interpretazione di Copenhagen includono la difficoltà di definire che cosa sia un'osservazione e le questioni sollevate da vari paradossi incluso il teorema di Bell sulla non-località. Scienziati-filosofi quali Bernard d'Espagnat non accettano l'idea che la scienza non descriva una realtà oggettiva indipendente dall'osservazione. Fisici quali Louis De Broglie e David Bohm hanno proposto interpretazioni causali e ontologicamente realiste della meccanica quantistica.

Tuttavia nessuna interpretazione alternativa della fisica ha trovato ampio consenso. In pratica i fisici accettano l'interpretazione di Copenhagen ed accettano che la fisica sia una scienza astratta che lascia insoluto il problema della natura della realtà. Anzi, la fisica essenzialmente ritiene che il problema della realtà sia un problema metafisico non comprensibile. La fisica rimane vicina alle posizioni del Positivismo Logico del Circolo di Vienna (Carnap, Ayer e molti altri) che sostiene che il significato dei termini di un linguaggio può essere definito solo in termini di esperienze.

Accettando che l'intera teoria fisica, incluso la teoria dei sistemi complessi, sia astratta e formale, non descrittiva di una realtà esterna, si pone la domanda se esistano altre scienze non puramente formali le cui teorie siano legate alla realtà intrinseca. E' difficile rispondere in modo semplice e senza ambiguità.

Scienze quali la psicologia, la teoria della cognizione e la neurofisiologia sicuramente studiano realtà mentali che corrispondono all'esperienza reale. Ad esempio, un neurofisiologo

puo' studiare quali aree del cervello siano associate a certe esperienze o a certe abilità mentali. Uno psicologo puo' studiare come determinati eventi mentali si associano o forse causano altri eventi mentali.

In questo senso, scienze quali la neurofisiologia o la psicologia studiano la realtà intrinseca. Tuttavia tutte queste scienze trattano gli eventi mentali come oggetti replicabili. Il fondamentale problema dell'autocoscienza rimane senza risposta. Come scrisse il filosofo Thomas Nagel nel suo articolo *What Is It Like to Be a Bat?* Pubblicato nel 1974, ammesso che esista una soluzione teorica al problema della coscienza, tale soluzione appartiene ad un futuro molto distante.

Per questa ragione, la risposta alla domanda se esistano scienze che si occupano delle qualità intrinseche della realtà non puo' che essere ambigua. La vera natura dei fenomeni mentali, i soli fenomeni di cui abbiamo esperienza diretta e che conosciamo intrinsecamente, per ora sfugge all'indagine scientifica.

2. Riduzionismo e sistemi complessi

Esiste un altro problema legato all'astrazione e assiomatizzazione della fisica. E' il problema del riduzionismo, cioè l'affermazione che le leggi della fisica sono sufficienti a spiegare il comportamento di ogni realtà fisica. Ad esempio, la chimica puo' essere interamente ricondotta alla fisica, almeno in linea di principio.

I riduzionisti pensano che le leggi della fisica siano sufficienti a spiegare ogni fenomeno fisico. Ogni scienza è un'applicazione della fisica. Chi si oppone al riduzionismo pensa che le leggi base della fisica da sole non siano sufficienti a spiegare il comportamento di sistemi complessi. Nel suo articolo *More is different* pubblicato nel 1972, il fisico Philip Anderson, premio Nobel per la fisica nel 1977, sostenne che le scienze devono essere organizzate in un ordine gerarchico lineare. Ogni livello include le leggi dei livelli più bassi ma ne include di nuove.

Molti autori sostengono che la la teoria dei sistemi complessi si oppone al riduzionismo. Si sostiene che i sistemi complessi presentano proprietà emergenti che non possono essere spiegate con le leggi di base della fisica.

E' importante chiarire che l'opposizione al riduzionismo non implica la nozione che le leggi della fisica siano sbagliate o non applicabili. I sistemi complessi sono descritti da

variabili o comunque da strutture matematiche la cui evoluzione non può essere spiegata solo con le leggi della fisica. Ci sono vari motivi per cui questo può accadere.

Innanzitutto è possibile che il comportamento di certe strutture di un sistema complesso non sia computabile a partire dai componenti di base quali le particelle elementari. I sistemi complessi possono essere troppo complessi per essere computabili in un tempo finito. È possibile, ad esempio, che il cervello umano sia troppo complesso per essere computabile. La non computabilità può essere non solo pratica ma anche teorica. È possibile che il comportamento di strutture molto complesse non sia teoricamente computabile a partire dalle leggi di base della fisica.

Un altro ostacolo al riduzionismo è la sintesi dei sistemi complessi. La fisica è analitica e non include processi costruttivi. Anche se tutte le strutture di un sistema fisico complesso seguono le leggi della fisica, è possibile che le leggi fisiche di base non siano sufficienti a spiegare come alcune strutture si sono formate.

Queste considerazioni si applicano sia agli artefatti umani sia ai sistemi complessi naturali. Ad esempio, un motore è un sistema fisico complesso che segue le leggi della fisica. Tuttavia è possibile che il processo, durato migliaia di anni, che ha condotto all'ingegnerizzazione e costruzione del motore non sia spiegabile con le leggi di base della fisica ma richieda principi addizionali.

Ma il problema della sintesi dei sistemi complessi si pone anche per i sistemi complessi naturali, quali l'ecosistema. La teoria della complessità ha introdotto alcuni semplici meccanismi di auto-organizzazione. Tuttavia non esiste una teoria generale dell'auto-organizzazione. Una teoria generale dell'auto-organizzazione si aggiungerebbe alle leggi della fisica.

Uno dei temi più dibattuti in connessione con il riduzionismo è la questione se la vita possa essere spiegata con le leggi della fisica. Il comportamento di un qualunque organismo biologico, dalle cellule ad organismi pluricellulari segue le leggi della fisica. Tuttavia, è discutibile se il processo che ha condotto alla generazione della vita può non essere spiegabile semplicemente in termini di leggi fisiche di base ma può richiedere principi addizionali.

Notiamo esplicitamente che ipotizzare leggi fisiche addizionali non implica e neppure suggerisce l'esistenza di un architetto universale. Come osservato prima, la scienza fisica è

astratta e formale. E' possibile, forse necessario, che i fenomeni mentali entrino a far parte della scienza. Tuttavia integrare i fenomeni mentali, ammesso che sia possibile, non implica considerazioni di natura religiosa sull'esistenza di un architetto.

3. Sistemi complessi e leggi qualitative ?

Alcuni autori sostengono che la teoria dei sistemi complessi introduce nella scienza un elemento qualitativo. Si sostiene che i sistemi complessi sono formati da molte parti interagenti ed hanno una struttura tale che, come spesso si legge, « il tutto non è uguale alla somma delle parti ». Questa caratteristica è spesso considerata una prova della natura qualitativa dei sistemi complessi.

Francamente, mi è difficile capire l'importanza e la validità di queste considerazioni a partire dalla loro stessa intelligibilità. Che cosa significa la somma delle parti ? Un sistema complesso ha una struttura che eventualmente interagisce con altre strutture. Le leggi e la dinamica di queste interazioni dipendono dalla struttura.

Ad esempio, un motore è un sistema complesso con una struttura responsabile del suo comportamento. Non ha senso dire che un motore è la somma dei suoi atomi o particelle subatomiche. Un motore è un insieme strutturato di elementi fondamentali.

Questa sembra un'osservazione francamente banale e ovvia. Quando il motore viene posto in una scocca si ottiene un'automobile. Di nuovo, un'automobile non è la somma di un motore e di una scocca, è una struttura complessa formata da questi due componenti, a loro volta complessi, che interagiscono.

Mi sembra di poter concludere che un sistema complesso ha una struttura e che la struttura è un elemento caratterizzante di un sistema complesso. Le strutture seguono dinamiche che sono peculiari di ciascuna struttura. L'aspetto qualitativo dei sistemi complessi è dato dal comportamento delle strutture.

Forse in alcuni casi si potrebbe sostenere che le strutture hanno uno scopo, un obiettivo. Tuttavia la definizione di scopi e obiettivi è sempre dubbia in quanto è legata ad una visione antropomorfa. Ad esempio, un'automobile è un'artefatto complesso che ha uno scopo. Però è difficile credere che lo scopo di un'automobile possa entrare nella sua descrizione scientifica.

I sistemi biologici sono spesso descritti in termini teleologici, osservando che questo o quel componente servono a un certo scopo. Queste descrizioni, però, sono illustrazioni a beneficio di osservatori umani e potrebbero essere rimpiazzate da descrizioni non teleologiche.

In conclusione, i sistemi complessi sono caratterizzati dalle dinamiche delle strutture. Definiamo qualitativi quegli aspetti dei sistemi complessi che dipendono dalle strutture e dall'evoluzione delle strutture. Le strutture, tuttavia, non hanno nulla di intrinsecamente qualitativo. Queste osservazioni sono importanti per l'economia.

4. Economia e sistemi complessi

Uno dei temi principali di questo sito è l'aspetto qualitativo delle economie moderne. In vari commenti e video sostengo che la teoria economica deve oggi tenere conto dell'aspetto qualitativo dell'insieme dei beni e servizi prodotti da un'economia moderna. Ma in che cosa consiste l'aspetto qualitativo delle economie moderne? L'aspetto qualitativo di cui discuto in questo sito può essere definito in termini di complessità. In generale la qualità di beni e servizi è legata alla complessità sia dei beni e servizi stessi sia dei processi che portano al concepimento dei beni e servizi stessi sia della rete dei rapporti fra agenti che conduce alla fruizione di beni e servizi.

Le economie moderne sono sistemi complessi con complicate strutture sia a livello interazioni fra agenti sia a livello prodotti. Le strutture creano un elemento qualitativo nelle economie moderne, non quantificabile con singoli numeri. Le strutture introducono un elemento qualitativo nel senso che le caratteristiche di prodotti e servizi sono in genere legate alla loro complessità strutturale. Ad esempio, in mercati maturi quali gli Stati Uniti la crescita del mercato automobilistico non è legata al numero di veicoli venduti ma alle caratteristiche dei veicoli.

Anche l'aspetto ecologico delle economie moderne è legato alle strutture di prodotti e servizi. La dinamica di certe strutture è sostenibile, almeno entro orizzonti temporali importanti per l'uomo. Altri processi, per contro, non sono sostenibili in quanto basati su risorse soggette ad esaurimento o a problemi di inquinamento.

Esiste un altro aspetto qualitativo delle economie legato al fatto che le economie sono popolate da esseri senzienti. In questo caso la valutazione qualitativa di un'economia è legata

a valori quali benessere, sicurezza e altri fattori percepiti. Questo elemento qualitativo è molto più difficile da studiare teoricamente in quanto non abbiamo teorie adeguate a descrivere e valutare la qualità delle emozioni.