

*Liceo “Regina Elena” - Acireale*

*Progetto PON C-1-FSE-2013-2006*

*Studio della complessità del mondo che ci circonda*

**Identikit di un sistema  
complesso ...**

*Prof. Salvatore Lizzio*

# Identikit di un sistema complesso...

Non sempre è facile individuare e/o quantificare la complessità di un sistema.

Quali sono gli elementi maggiormente caratterizzanti in un sistema complesso?

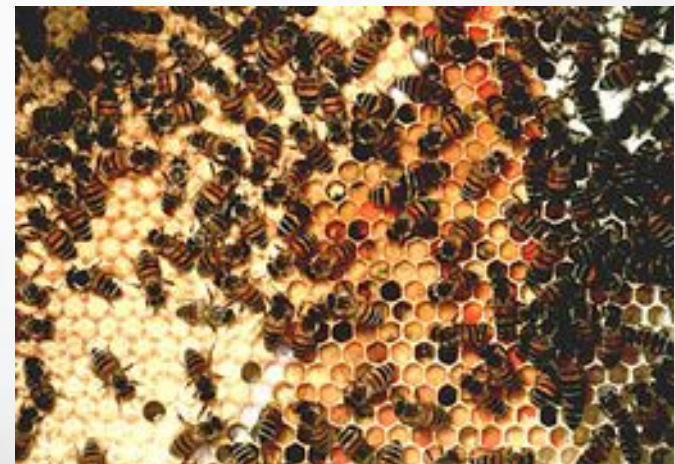
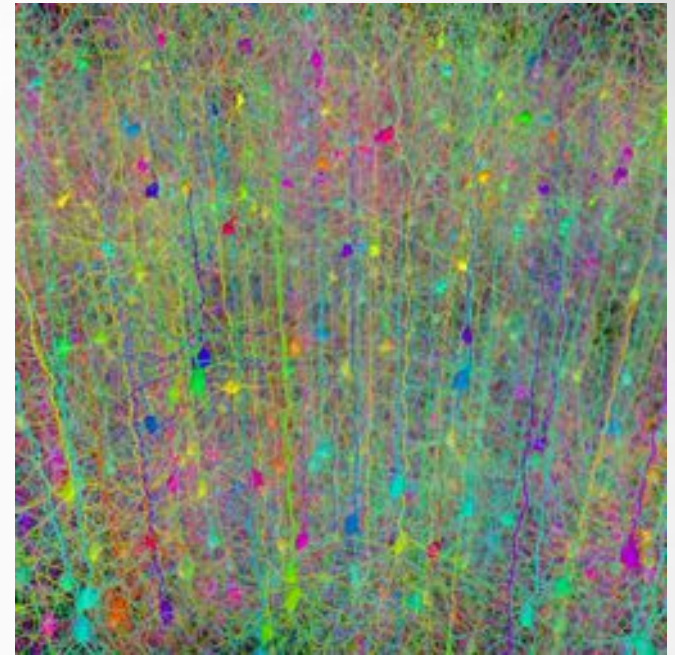


# Identikit di un sistema complesso...

Alto numero di elementi.

Un sistema costituito da pochi elementi può essere complesso ma...

più spesso i sistemi complessi naturali contano milioni o miliardi di elementi.

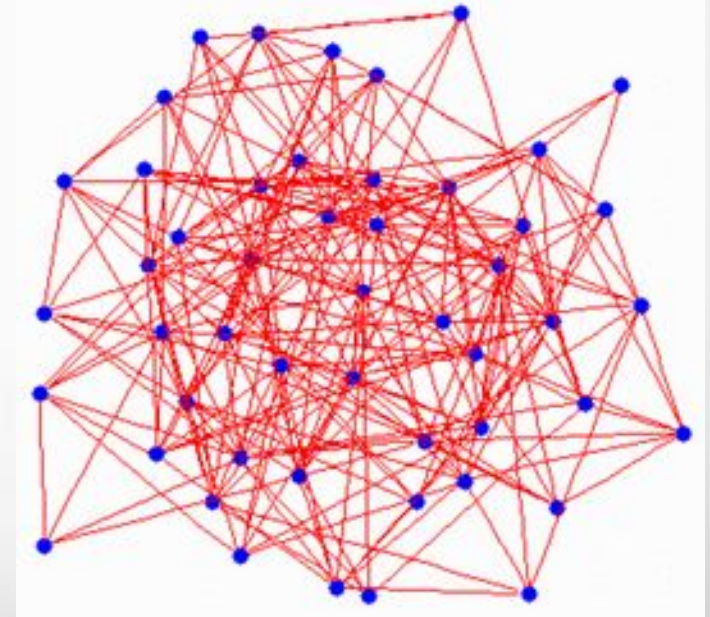


# Identikit di un sistema complesso...

## Ha una struttura a rete

I processi formano una rete interconnessa di relazioni (non linearità).

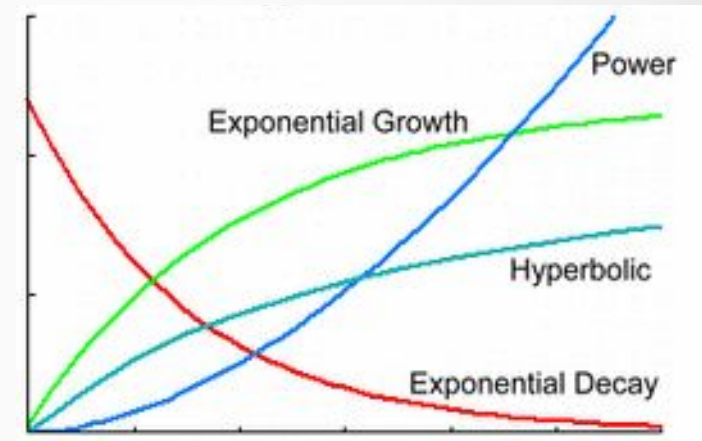
E' una delle proprietà fondamentali e di maggiore importanza dei sistemi complessi.



# Identikit di un sistema complesso...

Interazioni non lineari fra gli elementi.

I singoli elementi sono interconnessi fra di loro in modo non lineare; fra input (cause) e output (effetti) non esiste una proporzionalità lineare.



# Identikit di un sistema complesso...

## Effetti ritardati

Un input può avere molteplici effetti distribuiti nel tempo: una risposta immediata, effetti a medio termine o a lungo termine.

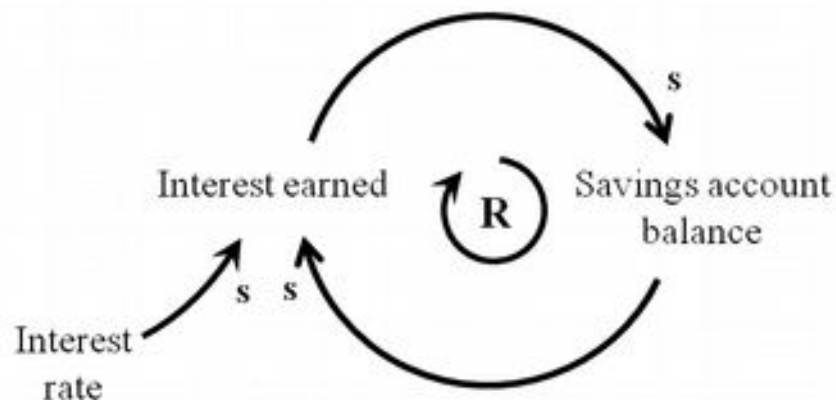


# Identikit di un sistema complesso...

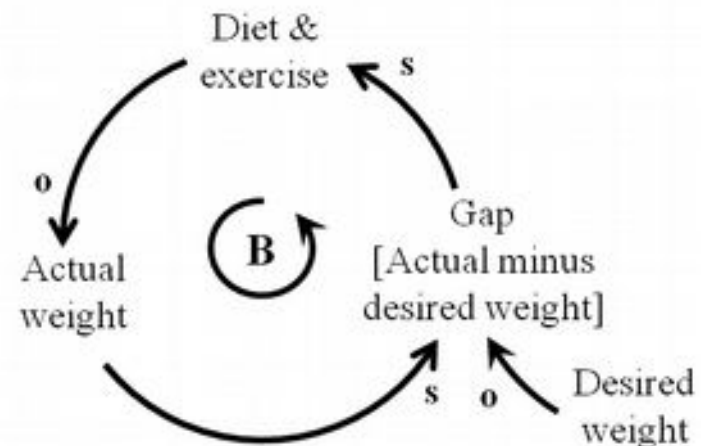
## Presenza di feedback positivi e negativi

Le relazioni fra gli elementi generano cicli di feedback. I feedback positivi destabilizzano quelli negativi apportano stabilità.

Reinforcing Feedback Loop



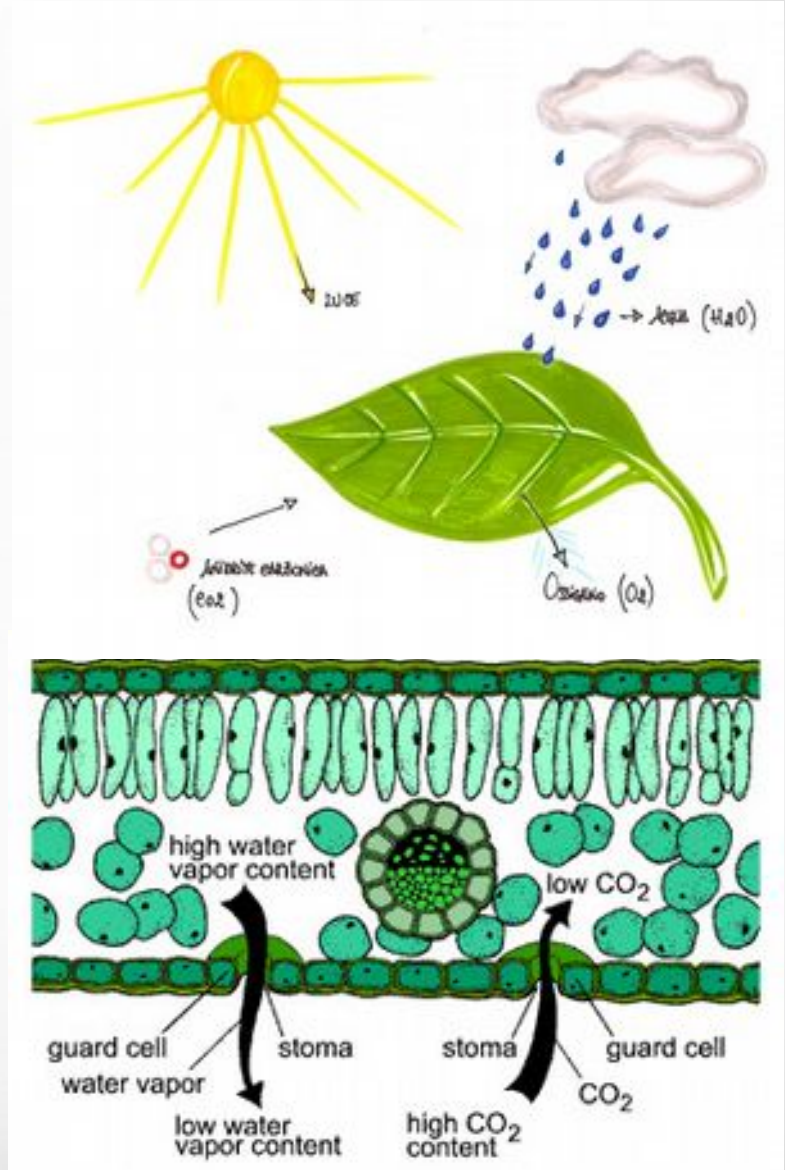
Balancing Feedback Loop



# Identikit di un sistema complesso...

**E' un sistema aperto**

Il sistema scambia materia, energia ed informazione con l'ambiente circostante.



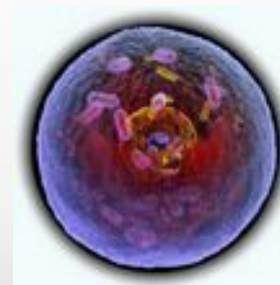
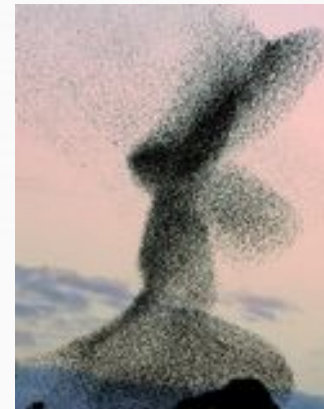


# Identikit di un sistema complesso...

## E' universale

Il fenomeno della complessità non è legato a una scala di grandezza.

Troviamo sistemi complessi dal livello molecolare a quello planetario.



# Identikit di un sistema complesso...

**E' dinamico**

E' tutto fuorché statico e immobile; reagisce agli stimoli ambientali e può evolvere, spesso adattandosi all'ambiente.



# Identikit di un sistema complesso...

## E' robusto

Sopporta con estrema flessibilità disturbi esterni senza crollare. Questa proprietà deriva da una marcata ridondanza dei suoi elementi.

		Second letter				
		U	C	A	G	
U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U	
	UUC } Phe	UCC } Ser	UAC } Tyr	UGC } Cys	C	
	UUA } Leu	UCA } Ser	UAA Stop	UGA Trp	A	
	UUG } Leu	UCG } Ser	UAG Stop	UGG Trp	G	
C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U	
	CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg	C	
	CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Gln	CGA } Arg	A	
	CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg	G	
A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	U	
	AUC } Ile	ACC } Thr	AAC } Asn	AGC } Ser	C	
	AUA } Met	ACA } Thr	AAA } Lys	AGA Stop	A	
	AUG } Met	ACG } Thr	AAG } Lys	AGG Stop	G	
G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	U	
	GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gly	C	
	GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gly	A	
	GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gly	G	

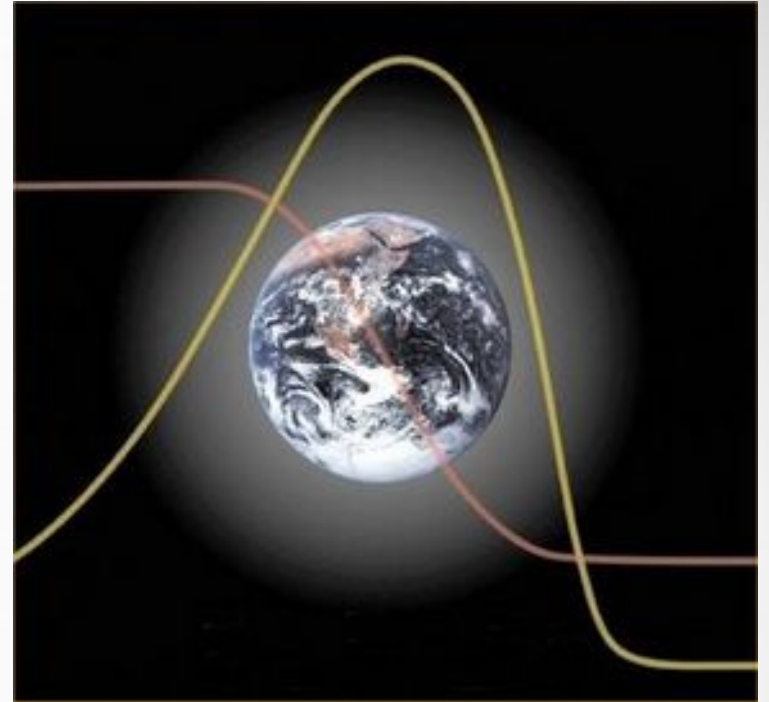


# Identikit di un sistema complesso...

## Limite e collasso

C'è sempre un limite alla quantità di cambiamenti che un sistema può sopportare.

Il sistema spende energia per adeguarsi agli stress e mantenere la stabilità ma oltre un certo limite può collassare improvvisamente.





# Identikit di un sistema complesso...

## E' imprevedibile

Il comportamento a lungo termine dei sistemi complessi è imprevedibile a causa dei feedback positivi.

Il sistema è estremamente sensibile alle condizioni iniziali e può sfociare nel caos.



## Sensibilità differenziata

Le diverse parti o regioni del sistema mostrano una sensibilità molto variabile agli stimoli interni ed esterni.

Vi sono dei "punti critici" in cui uno stimolo ha effetti sproporzionati sul comportamento dell'intero sistema.



## Non è controllabile

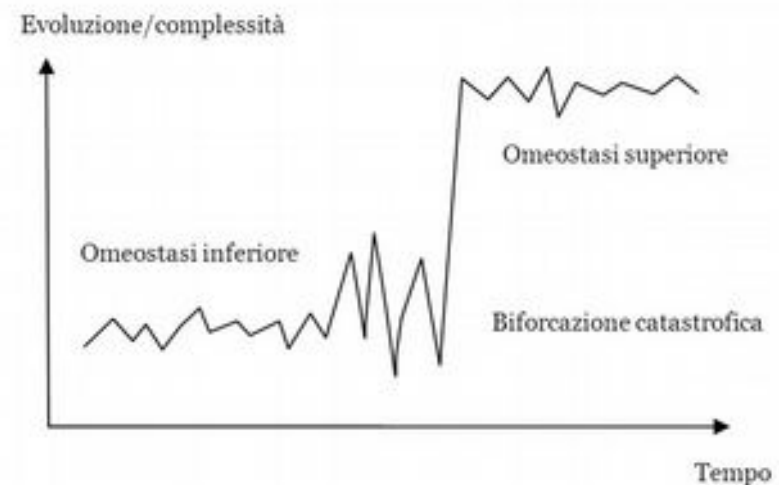
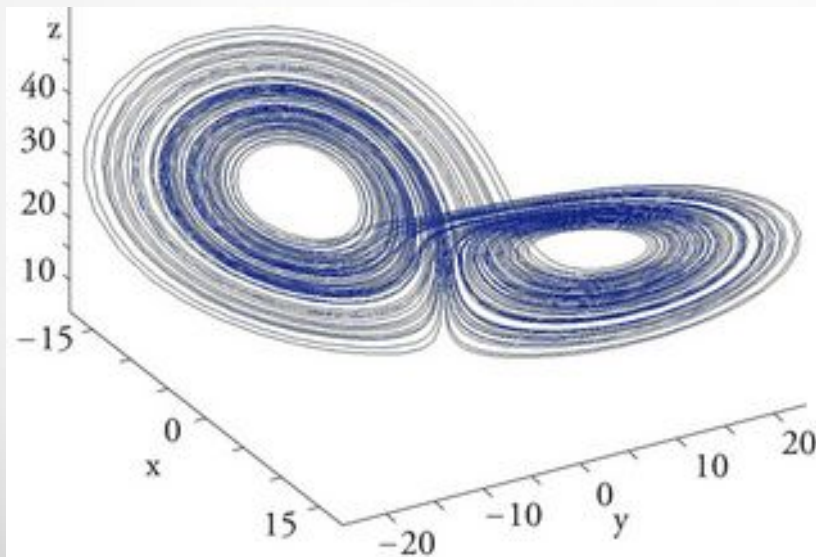
Dove si crea spontaneamente novità e non esiste prevedibilità a lungo termine, svanisce il controllo umano.





## Comportamento spesso discontinuo

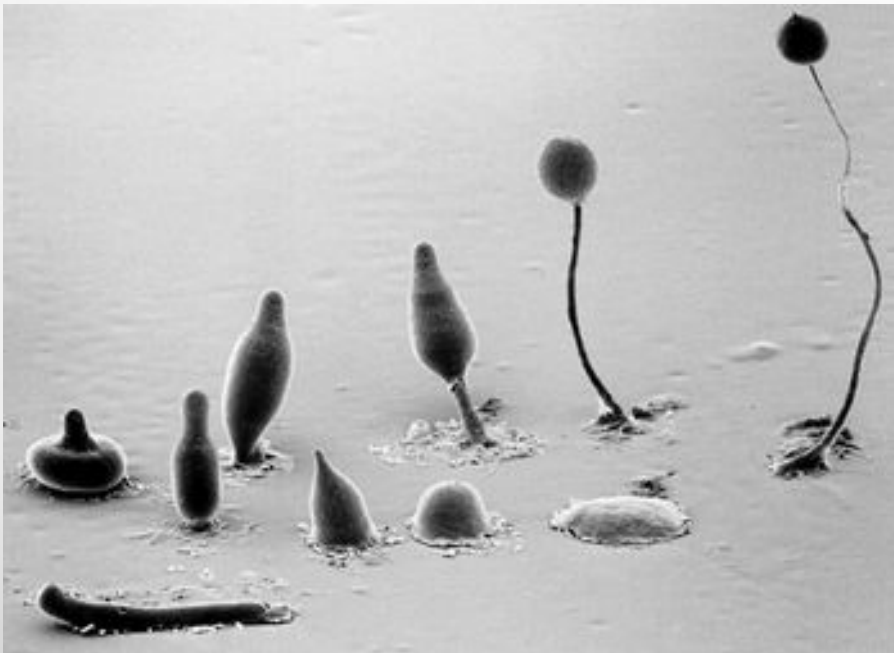
A lunghi periodi di stabilità si alternano brevi periodi di instabilità caotica (biforcazioni catastrofiche), dove il caso diventa dominante per il futuro sviluppo del sistema.



# Identikit di un sistema complesso...

## Fenomeni di auto-organizzazione

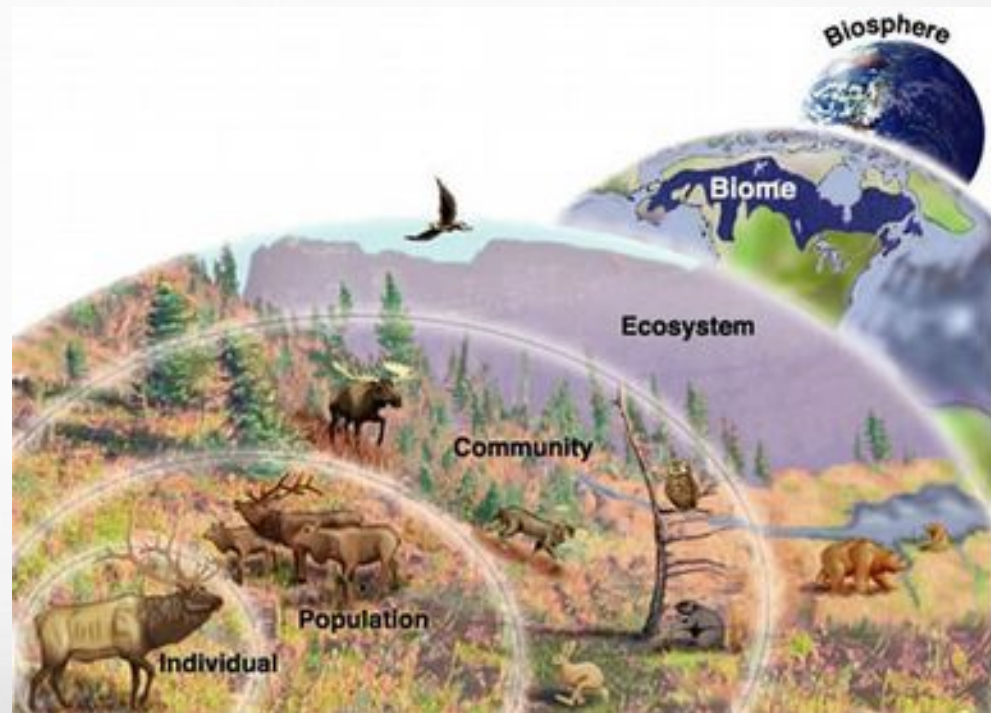
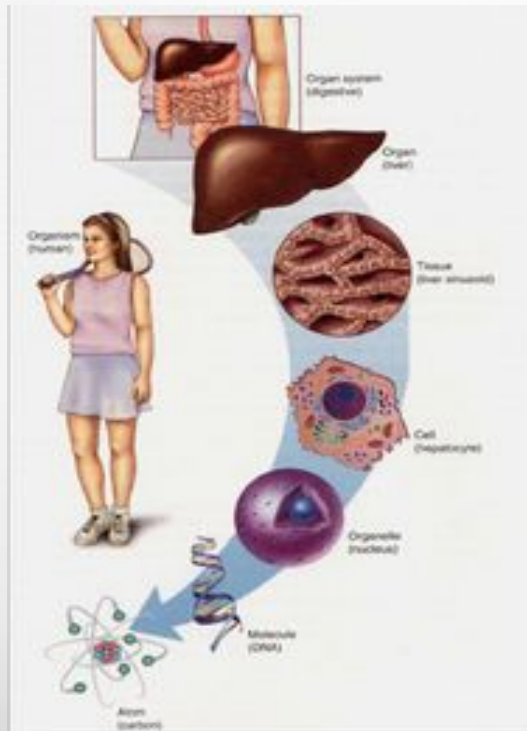
Il sistema – durante i momenti di instabilità dinamica – si autorganizza in livelli gerarchici superiori.



# Identikit di un sistema complesso...

## Gerarchia del sistema

Il sistema è strutturato in livelli gerarchici, con "in scatolamenti" progressivi. Un sistema complesso quindi vive "differenti vite".



# Identikit di un sistema complesso...

## Autonomia parziale degli elementi

Le interazioni sono in una posizione di compromesso. Gli elementi sono collegati tra loro e si influenzano a vicenda, ma mantengono una certa autonomia di comportamento.



# Identikit di un sistema complesso...

## Presenza di paradossi nel sistema

Coesistenza di movimenti e oscillazioni lente e rapide oppure di forme regolari e irregolari, o ancora di stabilità e irregolarità.

