



Università degli studi di Udine  
Prof. Alberto F. De Toni

# VERSO IL MANAGEMENT DELLA COMPLESSITÀ

## Principi e declinazioni

Udine, 16 marzo 2005

## Sommario

- ❑ Introduzione
- ❑ Storia della teoria della complessità
- ❑ Principi della complessità
- ❑ Principi organizzativi corrispondenti
- ❑ Conclusioni

## Libri sulla complessità ad oggi

		CONTRIBUTI				
		Contributo principale		Stranieri (solo lingua originale)	Stranieri (tradotti in italiano)	Italiani
ARGOMENTO PRINCIPALE	Scienze	Ilya Prigogine e Isabelle Stengers <i>La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza (1981)</i>	16	15	4	35
			31			
	Filosofia	Edgar Morin <i>Introduzione al pensiero complesso (1993)</i>	1	7	7	15
			8			
	Economia	Morris Mitchell Waldrop <i>Complessità. Uomini e idee al confine tra ordine e caos (1996)</i>	7	1	0	8
			8			
Management	Richard Tamer Pascale <i>Il management di frontiera. Come le aziende più intelligenti usano conflitti e sensazioni per diventare leader (1992)</i>	23	19	22	64	
		42				
Interdisciplinari	AA. VV., a cura di Gianluca Bocchi e Mauro Ceruti <i>La sfida della complessità (1985)</i>	1	5	5	11	
		6				
TOTALI		48	47	38	133	
		95				

## Centri di ricerca sulla complessità

CENTRI DI RICERCA SULLA COMPLESSITÀ	Università	Anno di fondazione	Area scientifica privilegiata
		Santa Fe (USA)	1984
	Florida (USA)	1985	medicina
	Los Alamos (USA)	1986	studi interdisciplinari
	Urbana (USA)	1986	algoritmi genetici e vita artificiale
	Londra (Gran Bretagna)	1991	caos
	Dresda (Germania)	1993	fisica
	Montreal (Canada)	1997	biologia e medicina
	Copenaghen (Danimarca)	1998	caos
	Pisa (Italia)	2001	matematica
	Sienna (Italia)	2001	studi interdisciplinari

## Provocazioni dal Medioevo

*Nel mezzo di cammin di nostra vita  
mi ritrovai per una selva oscura,  
ché la diritta via era smarrita*

*(Dante Alighieri, La Divina Commedia, Inferno, 1306)*



MEZZO DI CAMMIN DI NOSTRA VITA = ACCUMULO DI CONOSCENZA

**SELVA OSCURA = COMPLESSITÀ**

## Provocazioni dal 2000

*Ho la sensazione di trovarmi seduto davanti  
a un falò da campo, a tarda notte, mentre le  
braci si esauriscono lentamente. Riesco a  
sentire i rumori che nascono dove finisce la  
luce, appena fuori dalla mia portata visiva,  
ma non so chi li produce, né cosa significano.*

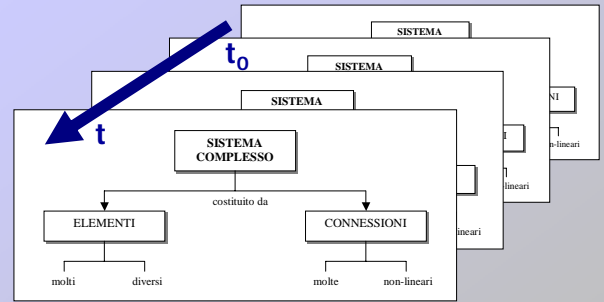
Il CEO di un'azienda globale di FORTUNE 100, gennaio 2000

# I sistemi complessi

Caratterizzati da:

- ☐ numerosi elementi
- ☐ numerose interconnessioni

# I sistemi complessi adattativi



➤ Rispetto ai sistemi complessi, i sistemi complessi adattativi evolvono nel tempo

# Complicato vs complesso

## COMPLICATO      COMPLESSO

Etimologia	<i>cum plicum</i>	<i>cum plexum</i>
Approccio	analitico	sintetico
Soluzione	spiegato nelle sue pieghe	compreso nel suo insieme
Esempi	meccanismo	organismo

# La scala dei problemi

		2. RELAZIONI			
		poche	molte	molte	
1. VARIABILI	molte			COMPLESSO	lineari e non-lineari
	poche	SEMPLICE	COMPLICATO		lineari
		3. CARATTERISTICHE DELLE RELAZIONI			
		analitico		sistemico	
		4. APPROCCIO RISOLUTIVO			

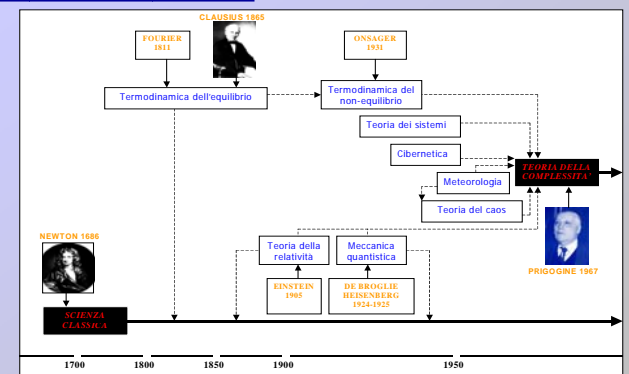
# I sistemi complessi possono essere visti come...

...UNA GRANDE RAGNATELA...



- Le imprese rimarranno imbrigliate?  
...ovvero saranno **PREDE?**
- Le imprese sapranno sfruttare le opportunità che la ragnatela offre?  
...ovvero saranno **RAGNI?**

# Cronologia: da Newton alla teoria della complessità



## La scienza classica

NEWTON (1686)



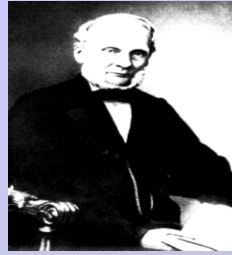
- sistemi in equilibrio
- sistemi chiusi
- determinismo  
(demone di Laplace, 1795)
- linearità
- conservazione energia
- reversibilità
- ordine

➤ INTRODUCE UN NUOVO MODO DI FARE SCIENZA

➤ INTRODUCE UN NUOVO MODO DI PENSARE

## La termodinamica

CLAUSIUS (1865)



- sistemi in equilibrio
- sistemi chiusi
- determinismo
- linearità
- conservazione energia
- irreversibilità
- disordine (entropia)

➤ CONSIDERA IRREVERSIBILITÀ E DISORDINE

➤ LA SCIENZA CLASSICA SI RISCOPRE *doxa* ANZICHÉ *episteme*

## La teoria della complessità

PRIGOGINE (1953)

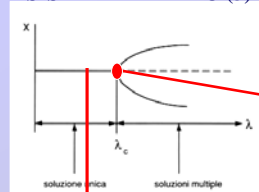


- equilibrio e non equilibrio (1-2)
- sistemi aperti (3)
- determinismo e caso (4-5)
- linearità e non linearità (6-7)
- reversibilità e irreversibilità (8-9)
- ordine e disordine (10-11)

Per capire meglio questi concetti vediamo cosa sono le biforcazioni...

## Le biforcazioni

SISTEMA APERTO (3)



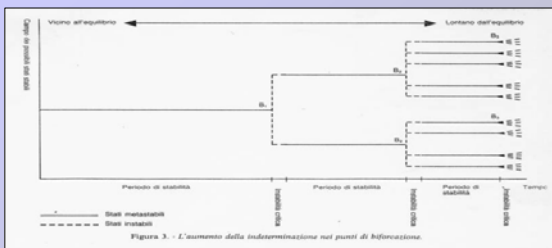
PUNTO DI DISCONTINUITÀ

- equilibrio (1)
- determinismo (4)
- linearità (6)
- reversibilità (8)
- ordine (10)

- non equilibrio (2)
- caso (5)
- non linearità (7)
- irreversibilità (9)
- disordine (11)

## Biforcazioni successive

Nei sistemi complessi siamo in presenza di molte biforcazioni...



➤ LA SCIENZA CLASSICA NON E' CONSIDERATA SBAGLIATA, MA INSUFFICIENTE

## I principi della complessità

1. Auto-organizzazione
2. Orlo del caos
3. Principio ologrammatico
4. Impossibilità della previsione
5. Potere delle connessioni
6. Causalità circolare
7. Apprendimento try&learn

## PRINCIPIO 1: auto-organizzazione

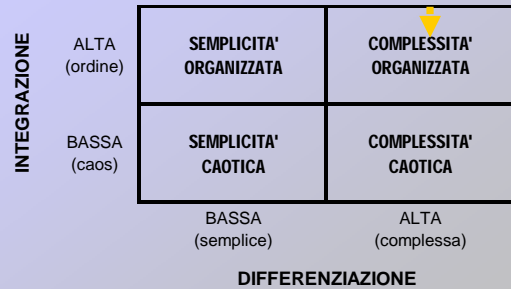
I sistemi aperti scambiano energia e materia con l'esterno. Contrapposta alla tendenza alla degradazione (entropia), vi è anche una tendenza all'organizzazione (neghentropia).

### Caratteristiche:

- emergenza dal basso verso l'alto (Waldrop, 1987)
- effetto butterfly (Prigogine, 1981)
- cooperazione e competizione (Waldrop, 1987)
- comportamenti associativi e dissociativi (Gallino, 1985)

Da elementi differenziati a sistema integrato

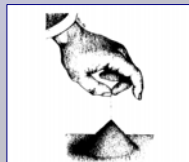
### AUTO-ORGANIZZAZIONE



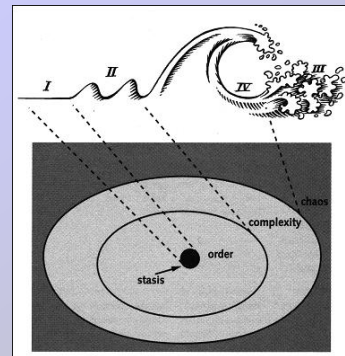
Fonte: Gharajedaghi, 1999, p.93

## PRINCIPIO 2: orlo del caos

- ordine e disordine (Prigogine, 1981)
- effetto butterfly (Prigogine, 1981)
- distruzione e creazione → innovazione
  - pila di sabbia (Bak, 1987)
  - teoria delle catastrofi (Thom, 1980)
- l'evoluzione porta all'orlo del caos (Waldrop, 1987)



## Al limite, tra ordine e disordine



Fonte: Batram, 1999, p.141

## Implicazioni sul nostro modo di pensare

- Dobbiamo accettare il disordine come necessario per la creazione
- Dobbiamo accettare la contemporanea presenza di concetti inconciliabili (il gioco degli opposti è a somma non nulla)



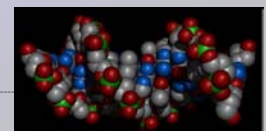
Il gioco degli opposti (fonte: adattamento da Gharajedaghi, 1999, p.39).

## PRINCIPIO 3: principio ologrammatico

Da «holos» (intero) e «gramma» (trasferimento) (Gábor, 1947)

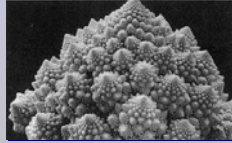
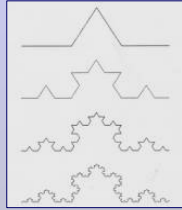
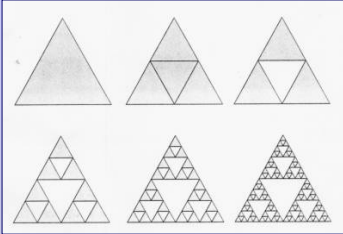
- rapporto stretto sistema/ambiente (Prigogine, 1981)
- la parte è nel tutto (Morin, 1990)
- il tutto è nella parte (Morin, 1990)

- esempio: le cellule staminali



## I frattali come mix di due principi

- ❑ il principio ologrammatico
- ❑ l'auto-organizzazione



## La valle delle proboscidi



La valle delle proboscidi è il frattale più famoso (Mandelbrot, 1982)...

$$Z_{\text{futuro}} = Z_{\text{attuale}}^2 + \text{costante}$$

## PRINCIPIO 4: impossibilità della previsione

		SISTEMA		
		Ordinato	Caoticamente ordinato	Disordinato
TEMPO	Presente	ordine	orlo del caos	disordine
	Futuro	prevedibile	possibile	imprevedibile

## PRINCIPIO 5: potere delle connessioni

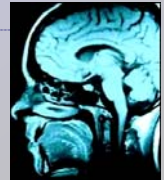
- ❑ il tutto è > della somma delle parti (Kauffman, 1987)
- ❑ da parti semplici a strutture complesse (Kauffman, 1987)

In definitiva nei sistemi complessi le connessioni sono:

- numerose
- potenti

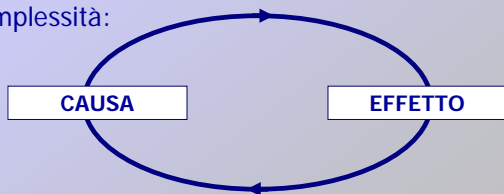
ESEMPIO:  
IL CERVELLO

10<sup>11</sup>-10<sup>12</sup> neuroni  
1.000 dendriti per neurone  
10<sup>12</sup>-10<sup>13</sup> connessioni (1.000-10.000 miliardi)



## PRINCIPIO 6: causalità circolare

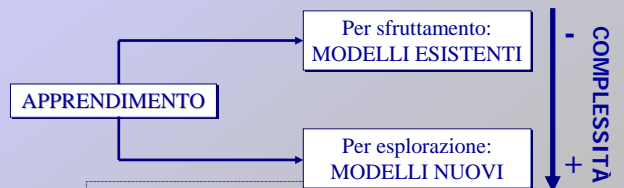
- causa → effetto:
  - introdotto da Aristotele (324 a.C.). Causa: efficiente, materiale, formale, finale
  - fatto proprio dalla scienza classica
  - Kant (1804) lo considera una delle 12 categorie mentali dell'essere umano
- complessità:



➤ CIRCOLI VIRTUOSI E VIZIOSI

## PRINCIPIO 7: apprendimento try&learn

	EVOLUZIONE CLASSICA	EVOLUZIONE COMPLESSA
Tipo di cambiamento	Continuo	Discontinuo
Direzione del cambiamento	Verso l'ottimo: 'NECESSITA'	Verso il possibile: 'NECESSITA' E CASO
Protagonisti del cambiamento	Gli individui	Gli individui, le popolazioni, l'ambiente



Deriva dall'azione (Piaget, 1990) e procede per tentativi (Bateson, 1990)

### Concetti, principi e autori della complessità

CONCETTI DELLA COMPLESSITA'	AUTORI																				
	equilibrio non-equilibrio	sistema aperto	determinismo caos	linearità non-linearità	prevedibilità imprevedibilità	ordine disordine	emergenza dal basso	cooperazione competizione	evoluzione verso orlo	impossibilità di raggiungere l'ordine	la parte è tutto il tutto è nella parte	cerchi	organizzazione	co-evoluzione	autopoiesi	metodi di cognizione	associazione disassociazione	illuminazione creazione	proprietà frattale	sviluppo per tentativi	coprire i sogni e i deboli
PRINCIPI DELLA COMPLESSITA'																					
AUTO-ORGANIZZAZIONE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ORLO DEL CAOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PRINCIPIO OLOGRAMMATICO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IMPOSSIBILITA' DELLA PREVISIONE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
POTERE DELLE CONNESSIONI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAUSALITA' CIRCOLARE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
APPRENDIMENTO TRY&LEARN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

### Quindi la teoria della complessità...

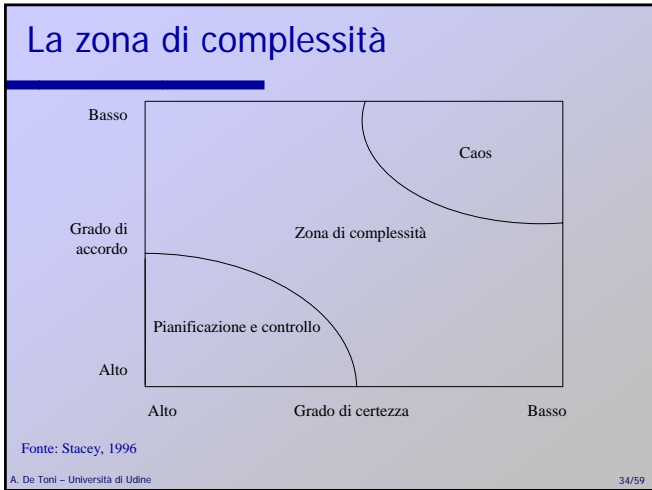
- CAMBIA PROFONDAMENTE LA SCIENZA
- CAMBIA PROFONDAMENTE IL NOSTRO MODO DI PENSARE

↓

dalla cultura dell'*or* alla cultura dell'*and*  
(Amietta, 1991)

### Le imprese come sistemi complessi

PRINCIPI DELLA COMPLESSITA'	AUTORI												
	Lawrence e Lorsch (1967)	Vitali (1988)	Senge (1992)	Baldoni (2011)	Anderson (1988)	Fickel (2012)	Digard (2011)	Stacey (1996)	Melone LH Ben (2011)	Huamano Chern (1988)	Piccolo (1982)	Füller e Manz (2011)	Qlorio (1997)
Auto-organizzazione			X	X	X	X	X		X			X	
Orlo del caos										X			
Principio ologrammatico										X			X
Impossibilità della previsione												X	
Potere delle connessioni	X	X		X		X		X	X	X			X
Causalità circolare			X					X					
Apprendimento try&learn						X	X				X	X	



### Dalla teoria della complessità al management

	PRINCIPI DELLA COMPLESSITA'	DECLINAZIONI NEL MANAGEMENT
1	auto-organizzazione	auto-organizzazione
2	orlo del caos	disorganizzazione creativa
3	principio ologrammatico	condivisione
4	impossibilità della previsione	flessibilità strategica
5	potere delle connessioni	network organization
6	causalità circolare	cerchi virtuosi
7	apprendimento try&learn	learning organization

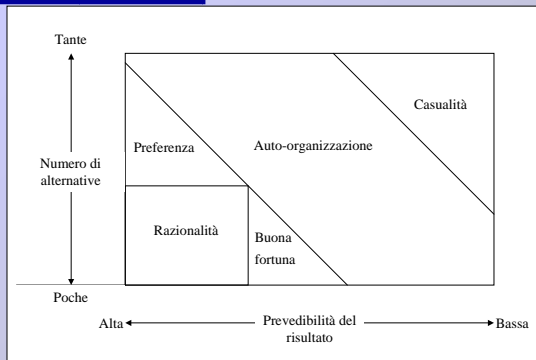
### PRINCIPIO 1: auto-organizzazione

Necessità dell'auto-organizzazione per gestire la complessità interna e esterna.

- intelligenza distribuita (all'interno)
- collaborazione nella competizione (all'esterno)

Esempi: • accordi / joint ventures  
• distretti

## Situazioni che richiedono auto-organizzazione



Fonte: Olson e Eoyang, 2001, p.63

A. De Toni - Università di Udine

37/59

## PRINCIPIO 2: la disorganizzazione creativa



A. De Toni - Università di Udine

38/59

## Implicazioni organizzative

sul piano delle strutture organizzative:

- strutture piatte
- ruoli laterali di coordinamento
- decentramento decisionale

sul piano dei ruoli e degli stili manageriali:

- intrainprenditorialità
- imparare dagli errori
- valorizzare i conflitti

sul piano dei sistemi di gestione:

- sviluppare creatività dei singoli e dei gruppi mediante specifiche tecniche

A. De Toni - Università di Udine

39/59

## Il motore della creazione: I HAVE A DREAM



« ...That my four children will one day live in a nation where they will not be judged by the color of their skin but by the content of their character.»  
(Martin Luther King, 1963)

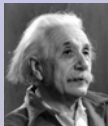
«Nell'età del progresso, i sogni erano poco più che delle fantasie. Oggi, come mai in passato, i sogni sono l'anticamera di nuove realtà. Anche i nostri sé collettivi - le nostre organizzazioni - devono imparare a sognare.» (Gary Hamel, 2000)

A. De Toni - Università di Udine

40/59

## Il futuro appartiene a chi sa immaginarlo

- *La logica ti porta da A a B. L'immaginazione ti porta ovunque*  
(Albert Einstein, 1955)



- *L'unico capitale industriale della Microsoft è l'immaginazione umana*  
(Fred Moody sul NY Time, 1991)



- *L'immaginazione è la prima fonte della felicità umana*  
(Giacomo Leopardi, 1837)



A. De Toni - Università di Udine

## PRINCIPIO 3: condivisione



A. De Toni - Università di Udine

42/59



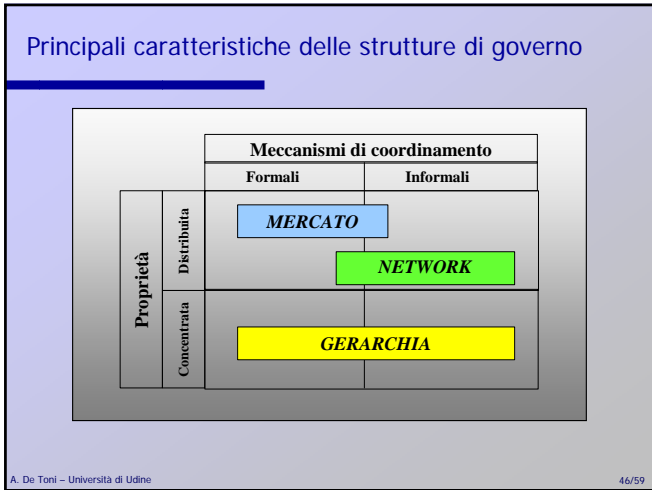
### Classi di flessibilità strategica

	Oggetto della variazione	
	PRIORITÀ COMPETITIVE	BUSINESS
AMPIEZZA DEGLI STATI	Flessibilità strategica come ampiezza delle opzioni strategiche possibili (all'interno del business). (Clark, 1996)	Flessibilità strategica come varietà dei business potenzialmente aggregabili. (Upton, 1994)
RAPIDITÀ DI VARIAZIONE	Flessibilità strategica come rapidità di variazione delle priorità competitive (all'interno del business). (Hayes e Pisano, 1994)	Flessibilità strategica come rapidità di spostamento da un business ad un altro. (Stalk, Evans e Shulman, 1992)

Fonte: De Toni, 1996

A. De Toni – Università di Udine 44/59

- ### PRINCIPIO 5: la network organization
- rete esterna con...
- fornitori
  - clienti
  - imprese
  - sistemi bancari e finanziari
  - centri di ricerca e università
  - pubblica amministrazione
  - associazioni di categoria e sindacati
  - istituzioni socio-culturali
- A. De Toni – Università di Udine 45/59



### Caratteristiche delle strutture di governo

	Coordinamento	Proprietà	Complessità
<b>GERARCHIA</b>	Formale e informale	Concentrata	Bassa
<b>MERCATO</b>	Prevalentemente formale	Distribuita	Media
<b>NETWORK</b>	Prevalentemente informale	Distribuita	Alta

A. De Toni – Università di Udine 47/59

### L'uomo al centro della rete

«... se si bandisce dalla faccia della terra l'uomo... lo spettacolo patetico e sublime della natura diventa una scena triste e muta. L'universo tace, il silenzio e la notte lo invadono... È la presenza dell'uomo che rende interessante l'esistenza degli esseri... V'è forse nello spazio infinito un punto dal quale possiamo più vantaggiosamente far partire le linee immense che ci proponiamo di estendere a tutti gli altri punti?»

(Denis Diderot, voce «Encyclopédie» della grande Encyclopédie, 1751)

A. De Toni – Università di Udine 48/59

## PRINCIPIO 6: i circoli virtuosi

I circoli si autosostengono...

- ❑ attenzione ai circoli viziosi
- ❑ favorire i circoli virtuosi

I circoli sono frequenti nella storia.

- esempio: tastiera QWERTY



- esempio: VHS



- esempio: l'orologio



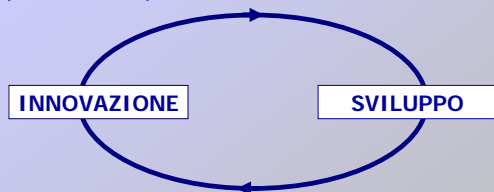
## L'orologio antiorario con 24 ore



Paolo Uccello  
*Quadrante di orologio*  
1443  
Santa Maria del Fiore, Firenze

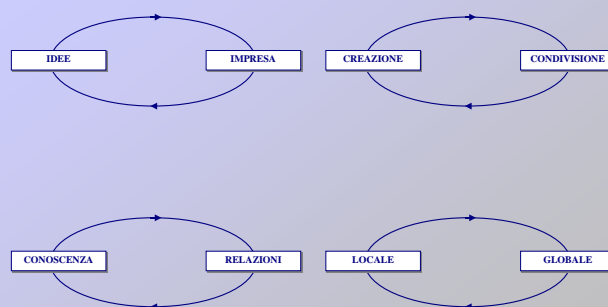
## Il circolo dei circoli (Hegel, 1831)

Applicato all'impresa...

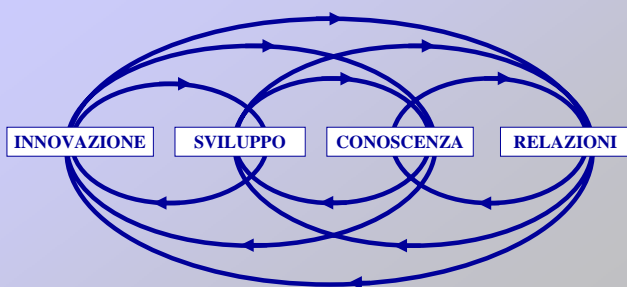


- **INNOVARE PER LO SVILUPPO**
- **SVILUPPO COME VALORE D'IMPRESA**

## Esempi dal mondo dei circoli...



## Esempi dal mondo dei circoli concatenati...



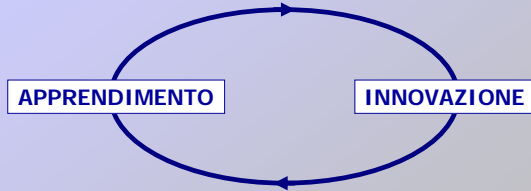
## PRINCIPIO 7: la learning organization

Strumenti per l'apprendimento organizzativo:

- apprendimento individuale
- modelli mentali
- visione condivisa
- tecniche di apprendimento di gruppo  
esempi: sedute di dialogo e micromondi
- non temere gli errori
- condivisione delle informazioni

Fonte: Peter Senge, 1990

## Apprendimento e innovazione

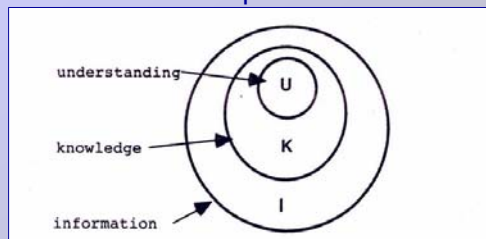


## Tipi di apprendimento

		TIPO DI APPRENDIMENTO	
		LINEAR LEARNING (per sfruttamento)	LOOP LEARNING (per esplorazione)
DIMENSIONI PRINCIPALI	OGGETTO (= che cosa)	Risposte a problemi già posti: problem solving	Messa in discussione del problema: problem solving e problem setting
	DINAMICA (= come)	causa → <i>impara!</i> → effetto	causa → <i>impara!</i> → effetto <i>disimpara!</i>
	OBETTIVO (= perché)	Apprendere per adattarsi	Apprendere per creare

## Dall'informazione alla comprensione

- INFORMAZIONE = che cosa?
- CONOSCENZA = come?
- COMPRESIONE = perché?



Fonte: Gharajedaghi, 1999, p.33

## Minacce e opportunità dalla complessità

		Minacce	Opportunità
Principi della teoria della complessità	Auto-organizzazione	declino	sviluppo
	Orlo del caos	distruzione	creazione
	Principio ologrammatico	conformismo	condivisione
	Impossibilità della previsione	perdere l'attimo	cogliere l'attimo
	Potere delle connessioni	comportamento opportunistico in rete	collaborazione sinergica in rete
	Causalità circolare ricorsiva	circoli viziosi	circoli virtuosi
Apprendimento try&learn	ignoranza	conoscenza	

Infine: quali direzioni per uomini e organizzazioni?

Tutte le potenziali...

**In rete pronti a cogliere  
l'attimo creativo**

contatti: [detoni@uniud.it](mailto:detoni@uniud.it)