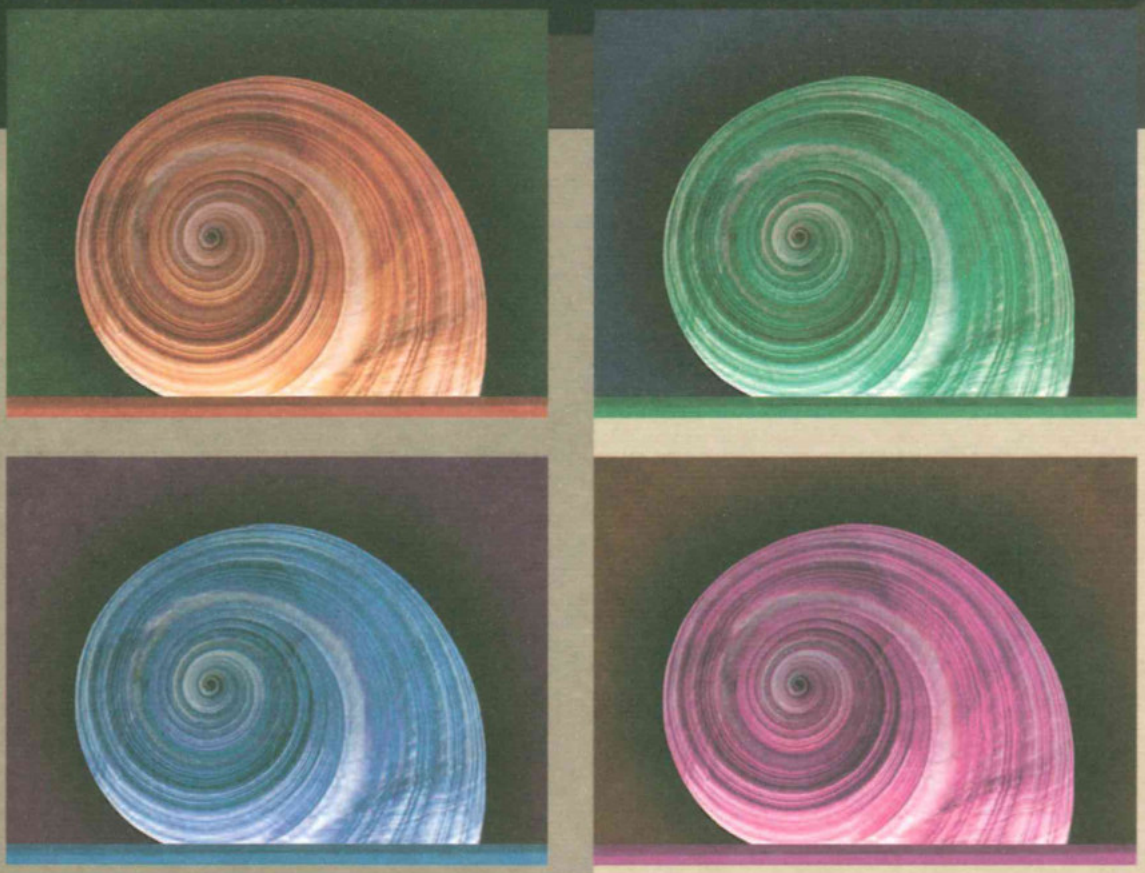
DEDALO

GESTIRE I SISTEMI COMPLESSI IN SANITÀ



Sistemi, organizzazioni e complessità

Sped. in abb. post. - 45% - art. 2 comma 20/b Legge 662/96 - Roma

Rivista quadrimestrale

Volume II ▲ N. 1/2004

Indice

Volume II • N. 1/2004

editoriale 3

Sistemi, organizzazioni e complessità
di Gabriele Romano

approfondimentimetodologici 5

I principi della complessità applicati al management
di Alberto F. De Toni, Luca Comello

approfondimentimetodologici 19

Autopoiesi, Caos e Management
di Ugo Luigi Aparo, Stefano Tabolli, Andrea Aparo

focus 27

Ciò che i pazienti dicono e non dicono:
paradossi teorici ed empirici nello studio della soddisfazione sui servizi sanitari
di Mauro Niero, Nadia Oprandi, Paola Mosconi, Giovanni Apolone, Nicola Groth, Salvatore Mannino

focus 43

Approccio sistemico alla prevenzione
dei comportamenti autolesivi nell'età adolescenziale
di Fabio Campagnari, Francesca Fedrizzi, Roberta Girelli, Camilla Matiuzzi, Simone Montresor, Gianni Zanin, Diana Pascu

forum 53

Alcune riflessioni sulla complessità
di D. D'Alessandro, C. Rusconi

leparoledidedalo 60

di Franco Bifulco, Fulvio Forino

lavetrina 64

di Giampaolo Stopazzolo

Alberto F. De Toni*, Luca Comello**
*Professore di Operations Management all'Università di Udine
**European project researcher all'Università di Udine

I principi della complessità applicati al management

The principles of complexity applied to management science

Parole chiave: Teoria della complessità. Sistemi complessi adattativi. Management.

Sommario

I due autori effettuano una panoramica sulle implicazioni della teoria della complessità sul management delle organizzazioni. Dopo una breve introduzione alla teoria della complessità (par. 1), gli autori spiegano il loro modello teorico che individua sette principi che caratterizzano i sistemi complessi adattativi (par. 2) e i conseguenti sette principi che dovrebbero caratterizzare le organizzazioni (par.3). La complessità, vista metaforicamente come una ragnatela, rappresenta allo stesso tempo una fonte di minacce e opportunità per le organizzazioni, che possono comportarsi come prede oppure come ragni nell'intreccio di fili che le avvolgono (par. 4). In un tale contesto, non si ritiene possano essere fornite ricette specifiche alle organizzazioni affinché sappiano essere ragni: ciò che è opportuno fare è restare in rete, pronti a cogliere tutte le occasioni che si presenteranno dinanzi (par. 5).

Keywords: Theory of complexity. Complex adaptive systems. Management science.

Summary

The authors write about the implications of theory of complexity for organizations. After a short introduction about theory of complexity (par. 1), the authors explain their theoretical model that identifies seven principles of complex adaptive systems (par. 2) and the consequent seven principles that should characterize organizations (par.3). Complexity, metaphorically seen as a web, is at the same time source of threats and opportunities for organizations, that can behave as prays or as spiders in the threads (par. 4). In such a context, it is not possibile to give specific prescriptions in order to let organizations become spiders: all they need to do is to be in the network, ready to seize all the directions that occur (par. 5).

1. Introduzione

La teoria della complessità, prima di essere una teoria scientifica in piena ascesa nell'interesse degli scienziati di tutto il mondo, rappresenta un tentativo di risposta al senso di inadeguatezza che percepiamo man mano che procediamo nell'avventura della conoscenza. Nel percorso dell'apprendimento ci sembra sempre che qualcosa sfugga alla nostra capacità di comprensione, ci sentiamo smarriti, poniamo domande a noi stessi o a chi crediamo ne sappia di più, pur consapevoli che spesso non ci sono risposte certe. È così in misura sempre crescente per ciascuno di noi, per le istituzioni e per le organizzazioni.

La teoria della complessità, sviluppata in seguito al lavoro dello scienziato russo Ilya Prigogine (1917-2003) in diversi centri di ricerca, tra cui il più noto è il Santa Fe Institute (USA), si propone di studiare i sistemi complessi adattativi, cioè sistemi caratterizzati da numerosi e diversi elementi e da connessioni numerose e non lineari, che cercano di adattare le loro caratteristiche in modo da massimizzare le loro possibilità di evoluzione. Sono sistemi complessi adattativi tutti i sistemi viventi, gli animali, gli uomini. E ancora, le organizzazioni, le ecologie, le culture, le politiche, tutti i sistemi sociali.

Secondo numerosi autori le organizzazioni possono essere considerate sistemi complessi adattativi. Ci siamo pertanto proposti di individuare alcuni principi comuni che caratterizzano i sistemi viventi, per poi applicarli al management delle organizzazioni. Se infatti le organizzazioni possono essere considerate sistemi complessi adattativi, esse potrebbero massimizzare le loro capacità di adattamento seguendo i medesimi principi. I sette principi della teoria della complessità individuati e i corrispondenti sette principi del management della complessità[1] sono riportati nella seguente fig.1 e verranno descritti rispettivamente nei paragrafi 2 e 3.

2. Principi della teoria della complessità

In questo paragrafo si descrivono brevemente i sette principi individuati della teoria della complessità. L'individuazione di questi principi, comuni a molte discipline, rappresenta un tentativo di razionalizzazione di un campo estremamente vasto e disomogeneo come la teoria della complessità.

Quello che abbiamo fatto rappresenta a prima vista un esempio lampante di riduzionismo. Abbiamo preso un ambito vasto e difficile da considerare – la teoria della complessità – e lo abbiamo suddiviso in parti – i sette principi – per studiarlo più agevolmente. In realtà, da una più attenta lettura, appare in modo chiaro che i principi non sono compartimenti a tenuta stagna, ma entità che si sovrappongono, si intersecano e si richiamano continuamente. La nostra suddivisione schematica

	PRINCIPI DELLA TEORIA DELLA COMPLESSITÀ	PRINCIPI DEL MANAGEMENT DELLA COMPLESSITÀ
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	Circoli virtuosi
7	Apprendimento try&learn	Learning organization

Figura 1 *- Principi della teoria della complessità e del management della complessità*

[1] Il modello teorico qui sinteticamente illustrato è oggetto del libro in corso di pubblicazione "Uomini e organizzazioni nella ragnatela della complessità. Prede o ragni?" di Alberto F. De Toni e Luca Comello.

in sette principi risponde pertanto a una esigenza di chiarezza e rappresenta in tal senso una provocazione più formale che sostanziale.

Si descrivono ora brevemente i sette principi che guidano l'evoluzione dei sistemi complessi adattativi.

Auto-organizzazione

La teoria della complessità studia sistemi aperti dal punto di vista termodinamico, in questo senso opposti ai sistemi chiusi presi in considerazione dal secondo principio della termodinamica. In tali sistemi aperti, opposta alla tendenza alla degradazione – entropia – vi è una tendenza all'organizzazione – neghentropia (Prigogine e Stengers, 1981).

Olson e Eoyang (2001, p. 10) descrivono efficacemente l'auto-organizzazione come "[...] la tendenza di un sistema aperto a generare nuove strutture e forme partendo da dinamiche interne. Il disegno organizzativo non è imposto dall'alto o dall'esterno, ma emerge dalle interazioni degli agenti nel sistema".

La migliore e più generale caratterizzazione dell'auto-organizzazione è, a nostro avviso, quella di Gharajedaghi (1999, p. 93). Secondo l'esperto di pensiero sistemico l'auto-organizzazione può essere considerata un processo in cui elementi con una grande differenziazione raggiungono una grande integrazione (fig. 2).

Il quadrante in alto a destra in fig. 2 è quello dell'auto-organizzazione. Elementi con un'alta differenziazione riescono a raggiungere una situazione di alta integrazione: si può parlare di una complessità organizzata. Gli altri quadranti sono necessariamente meno efficaci per l'evoluzione. Il quadrante in basso a destra – complessità caotica – non garantisce una buona "difesa" dal caos esterno, ma anzi si confonde con esso. Il quadrante in alto a sinistra – semplicità organizzata – tende troppo a una nozione classica di ordine, mentre quello in basso a sinistra – semplicità caotica – non garantisce né una buona differenziazione né una buona integrazione.

INTEGRAZIONE		
ALTA (ordine)	**SEMPLICITÀ ORGANIZZATIVA**	**COMPLESSITÀ ORGANIZZATIVA**
BASSA (caos)	**SEMPLICITÀ CAOTICA**	**COMPLESSITÀ CAOTICA**
	BASSA (semplice)	ALTA (complessità)
	DIFFERENZIAZIONE	

***Figura 2** - Auto-organizzazione: da elementi differenziati a un sistema integrato (fonte: Gharajedaghi, 1999, p. 93)*

Le specie viventi sono esempi classici di auto-organizzazione: possono essere organizzate in milioni di generi di animali e piante attraverso gli stadi dell'evoluzione biologica, a partire dal molto semplice fino ad arrivare al complesso. Anche gli Stati nazionali possono essere considerati come emergenti da un processo di integrazione di elementi differenziati come villaggi, cittadine, città, contee. Nell'universo, poi, le particelle elementari formano gli atomi, le molecole, gli elementi e i composti. Su scala cosmica le nuvole gassose condensano per dare luogo alle stelle, che poi portano alle galassie, ai gruppi di galassie, ecc.

Il cervello umano è un altro splendido esempio di auto-organizzazione, in quanto può essere visto come un sistema integrato di elementi differenziati – i neuroni – che da soli non hanno coscienza. La coscienza è dunque una proprietà emergente dal processo di auto-organizzazione.

L'auto-organizzazione è un processo di emergenza dal basso garantito da dinamiche di retroazione positiva e di cooperazione e competizione. I fenomeni emergenti sembrano avere una vita propria, con le proprie regole, leggi e possibilità. Caso, ordine e disordine, retroazione positiva: sono tutti elementi che intervengono nell'emergenza (Waldrop, 1996). Per garantire l'auto-organizzazione, i singoli elementi devono allo stesso tempo cooperare e competere. Cooperare per unire le forze e competere per raggiungere i migliori risultati (Waldrop, 1996; Olson e Eoyang, 2001).

Il premio Nobel Philip Anderson (Waldrop, 1996, p. 84) ha dichiarato: "L'emergenza, in tutta la sua infinita varietà, è il mistero più affascinante della scienza".

Orlo del caos

L'evoluzione porta i sistemi complessi adattativi in quell'area tra ordine e disordine a cui Chris Langton, scienziato del Santa Fe Institute, ha dato

il nome di "orlo del caos" (Waldrop, 1996). Si tratta dell'unico posto dove la vita può avere luogo. Troppo ordine genera morte per fossilizzazione, troppo disordine genera morte per disintegrazione. Secondo Cohen (1997, p. 69): "all'orlo del caos, i confini del cambiamento fluttuano continuamente tra uno stagnante status quo e l'anarchia della perpetua distruzione". L'orlo del caos è un posto rischioso da visitare. Non è ordine e non è disordine. È tra ordine e disordine. L'orlo del caos, lontano dall'equilibrio, è un luogo di creazione, ma può essere anche un luogo di distruzione.

Per descrivere l'orlo del caos con un'ottima metafora immaginiamo che su un mucchietto di sabbia cadano costantemente dall'alto nuovi granelli di sabbia[2] (fig. 3).

Figura 3 *- Il mucchietto di sabbia per descrivere la criticità auto-organizzata (fonte: Cammarata, 1999, p. 127)*

Si formerà una pila a forma di cono, inizialmente bassa e di piccola inclinazione, poi sempre più alta e ripida, sino a raggiungere altezza e pendenza massima: lo stato critico, o orlo del caos. L'aggiunta di un solo ulteriore granello provoca una valanga, che fa crollare la pila. L'ulteriore caduta di granelli di sabbia genera una pila dalla forma diversa: la distruzione del vecchio ha portato alla creazione del nuovo. Il cono si trova in uno stato di criticità, nel senso che i granelli sulla sua superficie sono appena stabili. Il mucchietto di sabbia all'orlo del caos è molto simile a una massa critica di plutonio, dove la reazione a catena è in procinto di trasformarsi in una reazione nucleare.

Il principio dell'orlo del caos ci invita ad accettare la presenza contemporanea di concetti contrapposti (Morin, 1993), come ordine e disordine, creazione e distruzione, vita e morte. Ci invita a passare dalla "cultura dell'or" alla "cultura dell'and" (Amietta, 1991): le cose, cioè, non si escludono, non si elidono, non si neutralizzano a vicenda, ma si aggiungono, coesistono, convivono, si sommano, si integrano, si completano, si richiamano, si equilibrano tra loro. Come sosteneva Eraclito nei Frammenti (540-480 a.C.), bisogna "[unire] ciò che è completo e ciò che non lo è, ciò che è concorde e ciò che è discorde, ciò che è in armonia e ciò che è in contrasto".

Principio ologrammatico

Ogni sistema è fortemente legato al proprio ambiente. Un sistema complesso adattativo reagisce all'ambiente e allo stesso tempo lo crea. I confini tra sistema e ambiente, quindi, diventano a volte inesistenti, arbitrari (Varela, 1979; Gharajedaghi, 1999).

Per descrivere queste forti relazioni, gli studiosi di complessità fanno riferimento al principio ologrammatico (Morin, 1993). Il termine "ologramma" è stato coniato nel 1947 da Dennis Gábor[3], riunendo le parole greche *holos* (intero) e *gramma* (trasferimento). Si tratta, dunque, di un trasferimento dell'intero nella parte. A Gabor si deve la definizione e la sua applicazione per quanto riguarda gli ologrammi fisici. In un ologramma fisico il più piccolo punto dell'immagine dell'ologramma contiene la quasi totalità dell'informazione dell'oggetto rappresentato, come nei frattali (Mandelbrot, 1977).

Il principio ologrammatico si rifà proprio a

[2] L'immagine del cono di sabbia fa riferimento al modello matematico della criticità auto-organizzata introdotto dal fisico danese Per Bak a metà degli anni Ottanta.

[3] Scienziato ungherese, Premio Nobel per la fisica nel 1971 per l'invenzione e lo sviluppo del metodo olografico.

questo concetto fondamentale dell'ologramma fisico e afferma che nei sistemi complessi la parte è nel tutto e il tutto è nella parte. Tipici esempi sono le cellule staminali nel nostro corpo. Le cellule staminali sono le parti all'interno del tutto, e allo stesso tempo ne contengono l'intera informazione.

Pribram (1985) ha utilizzato il principio ologrammatico per rappresentare il cervello. Anche la memoria e il linguaggio sono organizzati secondo il principio ologrammatico (De Angelis, 1996). Inoltre, la teoria di Santiago, sviluppata dagli scienziati cileni Maturana e Varela tra la fine degli anni '80 e i primi anni '90, utilizza la logica ologrammatica per rappresentare il modo in cui comprendiamo e diamo senso alla realtà attorno a noi: la realtà (il tutto) entra in noi (la parte) attraverso gli schemi mentali che costruiamo.

Impossibilità della previsione

Il futuro non è prevedibile. Nei sistemi complessi, è spesso vero che l'unico modo di prevedere come il sistema si comporterà in futuro è di aspettare letteralmente che il futuro abbia luogo (Choi et al., 2001).

I sistemi complessi comunque non sono totalmente imprevedibili, come i sistemi caotici. Secondo il matematico Ben Geoertzel (Lindberg e Herzog, 1998), è necessario distinguere tra impossibilità della previsione dello stato e della struttura: i sistemi complessi sono imprevedibili nel loro stato, ma prevedibili nella loro struttura. Facendo riferimento alle condizioni del tempo, si può ad esempio sostenere che lo stato specifico non è prevedibile, mentre la struttura, o l'insieme di stati possibili, non è imprevedibile. Infatti il clima, come struttura che limita i possibili stati delle condizioni del tempo, è largamente prevedibile.

La teoria della complessità, tra lo spazio della prevedibilità e della imprevedibilità, rappresenta anche lo spazio delle possibilità (Battram, 1999). In ambiente complesso, dove c'è spazio per la non prevedibilità e per le possibilità, prevedere diventa un'attività pericolosa ed è necessario tenere in considerazione i segnali deboli (Harris e Zeisler, 2002). L'evoluzione avviene in "paesaggi gommosi", che si modificano ad ogni passo che noi facciamo e a ogni movimento degli altri elementi (Kauffman, 1993). L'ottimizzazione è spesso solo un'illusione.

Potere delle connessioni

Il filosofo italiano Quattrocchi (1984, p. 36) sostiene che "ciò che viene elevato ad oggetto scientifico [dalla teoria della complessità] non è la cosa, ma il complesso delle relazioni che il punto di vista della complessità scopre al di là della cosa-elemento". Uno degli slogan più noti della teoria della complessità è che il tutto è maggiore della somma delle parti (Waldrop, 1996), e il valore aggiunto è dato proprio dalle connessioni.

Questo fatto è stato dimostrato da diversi modelli e simulazioni (reti neurali, sistemi classificatori, network booleani, ecc.). Alla base di tutti questi tentativi c'è l'idea di rappresentare una popolazione di agenti interattivi come una rete di nodi collegati da connessioni. Riferendosi a queste simulazioni si può parlare di "modelli connessionisti".

Lo scienziato del Santa Fe Institute Stuart Kauffman ha dimostrato che solamente aumentando il numero delle connessioni tra i nodi, i sistemi passano attraverso una transizione di fase, dall'ordine all'orlo del caos al caos (Waldrop, 1996; Battram, 1999). Poiché questo avviene solamente variando il numero delle connessioni, riteniamo giusto adottare lo slogan "potere delle connessioni".

Nei sistemi complessi, pertanto, le connessioni sono numerose e potenti. L'esempio più tipico è il cervello, sistema complesso per eccellenza, che ha qualcosa come 10^{12}-10^{13} connessioni.

Si può anche notare come tutte le cose e gli individui del mondo siano parte di una vasta rete non lineare di incentivi, costrizioni e connessioni. Il minimo mutamento di una sua parte produce sconvolgimenti nelle altre. Capra si riferisce a questo fenomeno come "la rete della vita" (2001).

Causalità circolare

La causalità lineare è uno dei più importanti concetti filosofici del mondo occidentale. Aristotele (384-324 a.C.) è il primo filosofo a interrogarsi sul concetto di causa, individuandone ben quattro tipi: causa efficiente, materiale, formale e finale. Per esempio, la causa efficiente di una casa sono i muratori e i carpentieri che effettivamente la costruiscono, la causa materiale consiste nelle materie di costruzione (mattoni, calce, legno ecc.), la causa formale è il progetto o mappa che la descrive e la causa finale è lo scopo per il quale essa viene co-

struita (come il ripararsi dalle intemperie).

La scienza classica rende il legame deterministico tra causa ed effetto uno dei suoi concetti centrali. Ad una determinata causa corrisponde un ben determinato effetto. Nella meccanica classica la causalità è deterministica nel senso delle equazioni del moto newtoniane e hamiltoniane e questo è perfettamente in sintonia con l'idea di un mondo reversibile e ordinato, un mondo-orologio.

Le relazioni tra causa ed effetto sono state prese in considerazione da molti altri filosofi, come David Hume (1711-76) e Immanuel Kant (1724-1804). In generale, vogliamo sempre attribuire un dato effetto a una causa ben determinata, ma l'impresa è spesso illusoria. Di questo si sono resi conto i pensatori del XX secolo, che hanno introdotto il concetto di causalità circolare.

Il concetto di causalità circolare entra a far parte della scienza grazie alla cibernetica e in particolare agli studi di Norbert Wiener. La circolarità è poi diventata uno dei concetti fondamentali della teoria della complessità. La causa agisce sull'effetto, che a sua volta retroagisce sulla causa (fig.4). Nascono circoli virtuosi e viziosi. Questi circoli possono essere concatenati e dare origine alla complessa rete della vita.

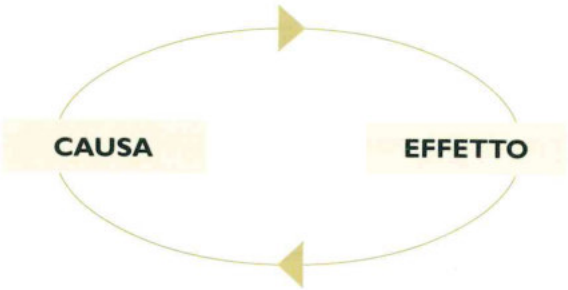


Figura 4 *- Causalità circolare*

Apprendimento try & learn

Il passaggio dalla concezione darwiniana dell'evoluzione a una concezione complessa ha segnato il cambiamento nel considerare il tema dell'apprendimento. Evoluzione e apprendimento, infatti, sono fortemente legati. L'apprendimento genera evoluzione, che a sua volta genera nuovo apprendimento.

"Vivere è conoscere", sostengono Maturana e Varela (De Angelis, 1996, p. 49). La precedente affermazione si basa sulla cosiddetta "Teoria di Maturana-Varela-Bateson". Al cuore della teoria c'è l'idea che la vita e la cognizione seguono lo stesso tipo di processo e condividono dunque la stessa natura: una struttura che apprende è una struttura viva ed è viva finché apprende.

L'apprendimento in ambienti complessi, secondo Rullani (2002, pp. 85-86), "sottrae [...] complessità libera all'ambiente e la metabolizza nelle strutture del sistema sotto forma di complessità governata". Apprendere in questo senso significa imparare a gestire la complessità dell'ambiente esterno.

Per Holland esistono due tipi di apprendimento (Waldrop, 1996, p. 468). Il primo tipo corrisponde a ciò che Holland chiama *apprendimento per sfruttamento*, e significa perfezionare ciò che già si possiede. Il secondo tipo, più radicale, consiste nel cambiare l'intero diagramma di cablaggio della rete, togliere alcune vecchie connessioni e introdurne di nuove. Corrisponde a quello che Holland chiama *apprendimento per esplorazione*: ci si assume il rischio di puntare forte per avere la probabilità di una grande vincita. Gharajedaghi (1999, p. 87) si riferisce a questi due tipi di apprendimento come *first-order learning* e *second-order learning*.

Bateson (1990, p. 121) sostiene che l'apprendimento dei sistemi complessi è più efficace se avviene per esplorazione, e introduce l'idea del try&learn. Appare chiaro che l'apprendimento non deriva da calcoli e piani (Piaget, 1983), ma dall'azione vera e propria all'interno dei paesaggi gommosi (Kauffman, 1993).

Esplorare, provare, agire, imparare: ecco le nuove parole d'ordine per l'apprendimento.

3. Principi del management della complessità

In questo paragrafo si cercano le implicazioni manageriali dei sette principi della teoria della complessità per le organizzazioni, che possono essere viste come sistemi complessi adattativi chiamati all'evoluzione in ambienti sempre più gommosi.

I sette principi proposti del management della complessità rappresentano un approccio innovativo nel guardare al mondo e alle organizzazioni. Quello che cerchiamo di suscitare è una piena consapevolezza di un futuro non prevedibile, della non linearità delle risposte, della necessità di forti di-

scontinuità, dell'importanza dell'evoluzione tramite apprendimento e auto-organizzazione, della assoluta forza della condivisione interna e delle reti esterne, in una logica in cui azioni e reazioni si alimentano in modo ricorsivo. Per declinare in azioni manageriali i principi del management della complessità è fondamentale comprenderne i criteri di base, i meccanismi e le logiche profonde, al fine di applicare tali principi creativamente alla situazione contingente di ogni organizzazione.

Si descrivono ora brevemente i sette principi individuati che dovrebbero guidare l'evoluzione delle organizzazioni.

Auto-organizzazione

Per avere auto-organizzazione dal basso, è importante trovare il delicato equilibrio tra cooperazione e competizione, ovvero, secondo Eisenhardt e Galunic (2000), co-evolvere. La collaborazione tradizionale si basa fondamentalmente su relazioni tra soggetti statici, mentre alla base della co-evoluzione c'è l'idea che i soggetti dinamici evolvono in modo sistemico: quindi cooperazione per l'evoluzione del sistema, ma competizione per l'evoluzione dei singoli.

Le implicazioni della co-evoluzione dipendono dal livello di dettaglio scelto. È possibile applicare il principio dell'auto-organizzazione alla singola organizzazione o a un sistema di organizzazioni: nel primo caso l'applicazione dell'auto-organizzazione implica l'intelligenza distribuita, nel secondo caso le alleanze strategiche.

Auto-organizzazione a livello di singola organizzazione significa favorire e ricercare l'intelligenza distribuita. Secondo il principio dell'auto-organizzazione, poche regole sono sufficienti per generare un comportamento complesso attraverso l'emergenza dal basso. Il modo pratico perché gli elementi dell'organizzazione cooperino e competano è favorirne la partecipazione. Quindi la partecipazione non è più vista solo come fonte di committment e come miglioramento delle condizioni di lavoro, ma come strumento per «complessificare» un'organizzazione, in modo che sia in grado di rispondere meglio alle esigenze di oggi (Ashmos et al., 2002).

È fondamentale l'apporto intellettuale di ciascuno (Hamel, 1997, p. 104) per raggiungere l'intelligenza distribuita, che è una funzione di "assets umani e sociali strategicamente rilevanti – le capacità intellettuali in rete degli agenti umani" (McKelvey, 2001). L'intelligenza distribuita costituisce una sorta di rete all'interno dell'organizzazione, dove i nodi sono costituiti dall'intelligenza delle singole persone (capitale umano, H), e le connessioni sono rappresentate dalle persone che dialogano e interagiscono tra di loro (capitale sociale, S).

A livello di sistemi di organizzazioni, si può notare come oggi la competizione avvenga sempre più tra coalizioni, e non tra singole organizzazioni: diviene necessario in particolare aprirsi a forme di collaborazione, non solo per ridurre la concorrenza di altre organizzazioni, condividere il rischio, mettere assieme risorse complementari, superare barriere di ingresso locali ma anche per sviluppare nuovo apprendimento.

Un caso particolare di auto-organizzazione è rappresentato dai distretti industriali italiani, che sembrano essere uno dei più ricchi elementi di analisi per gli studiosi della complessità (Quadrio Curzio e Fortis, 2002). I distretti sono sistemi complessi adattativi, generati e continuamente rinnovati da processi di auto-organizzazione (Corò e Rullani, 1998; Normann, 2002; Rullani, 2002).

Disorganizzazione creativa

L'orlo del caos è la zona in cui si ha distruzione e creazione. Per creare, bisogna passare attraverso la distruzione: questo è vero anche per le organizzazioni.

In economia, il primo studioso a parlare di distruzione e creazione è Schumpeter nel 1938. Egli afferma che la caratteristica fondamentale del capitalismo è la «distruzione creatrice». Secondo l'economista austriaco, il capitalismo è una forma o un metodo di evoluzione economica e non può mai essere stazionario. L'impulso fondamentale che aziona e tiene in moto la macchina capitalistica viene dai nuovi beni di consumo, dai nuovi metodi di produzione o di trasporto, dai nuovi mercati, dalle nuove forme di organizzazione industriale. Le imprese rivoluzionano incessantemente dall'interno le strutture economiche, distruggendo quelle antiche e creandone di nuove. Secondo Schumpeter, questo processo di distruzione creatrice è il fatto essenziale del capitalismo.

Distruzione e creatività sono correlati tra di loro e una continua creatività prevede una continua distruzione. Distruggere e creare: questi saranno pertanto i temi fondamentali per le imprese nel futuro prossimo (Foster e Kaplan, 2001). Abbiamo voluto chiamare questo principio, a nostro avviso fondamentale per organizzazioni di tutti i tipi, disorganizzazione creativa.

Disorganizzazione creativa significa innanzitutto ammettere una certa quantità di disorganizzazione nelle organizzazioni, che solitamente ambiscono alla perfetta gestione del presente, garantita dall'efficienza dei sistemi formali. La disorganizzazione non è però fine a se stessa, ma si pone come obiettivo quello di alimentare la creatività, mediante una rivitalizzazione dei sistemi informali. Riteniamo pertanto fondamentale che le organizzazioni trovino il delicato equilibrio tra sistema formale, foriero di ordine, e sistema informale, foriero di disordine.

Tutte le organizzazioni sono luoghi in cui vi è la compresenza di sistemi formali e informali. Per sistemi formali si intendono la struttura, le procedure, i sistemi di controllo, le regole scritte che dovrebbero garantire il funzionamento dell'organizzazione. Per sistemi informali si intendono i valori condivisi, i gruppi informali, le regole non scritte, le routine che contribuiscono in modo sostanziale al coordinamento organizzativo, realizzandone la quota parte non garantita dal sistema formale. Sistema formale e informale sono elementi complementari di un equilibrio dinamico che è funzione di variabili dell'organizzazione quali l'età, la dimensione, il grado di condivisione di obiettivi, ecc.

Un'organizzazione perfettamente ordinata in cui il sistema prevalente è quello formale è destinata a morire per eccessiva stabilità (morte per fossilizzazione), una in cui vi sia un sistema prevalentemente informale, con tratti anarchici, è destinata a morire per eccessiva instabilità (morte per disintegrazione). È all'orlo del caos che le organizzazioni vivono, si evolvono, creano, innovano. È trovando un giusto equilibrio tra sistemi formali e informali che le organizzazioni si portano all'orlo del caos (Pascale, 1992, pp. 69-70). All'orlo del caos – tra sistemi formali e informali – c'è la vita (fig.5).

Condivisione

Il principio ologrammatico – inteso come la parte è nel tutto, il tutto è nella parte – richiede la condivisione all'interno dell'organizzazione. Ogni parte dovrebbe contenere l'immagine del tutto, e questo a nostro avviso è raggiunto mediante la condivisione, che avviene a livello sociale (condivisione di valori), strategico (condivisione della visione) e organizzativo (condivisione in team e network) (fig. 6).

A livello sociale, Peters e Watermann (1982) scrivono delle organizzazioni eccellenti come quelle che hanno "forti culture", in cui le persone sono guidate più da valori condivisi che da regole, comandi o procedure formali. "I valori sono vettori: esprimono la forza in una direzione data" (Jaques, 1991, p. 112). Un metodo utile per veico-

	SISTEMA FORMALE	SISTEMA INFORMALE	SISTEMA PREVALENTE	EFFETTI
ORDINE: ordine perfetto	> Struttura > Procedure e sistemi di controllo definiti	> Conformismo > Avversione al rischio > Inerzia	Sistema formale	Morte per fossilizzazione
ORDINE E DISORDINE: ordine caotico	Idem come sopra	Idem come sotto	Equilibrio tra sistema formale e informale	Vita
DISORDINE: disordine caotico	> Procedure e sisterni di controllo indefiniti	> Diversità > Propensione al rischio > Cambiamento	Sistema informale	Morte per disintegrazione

Figura 5 *- Sistemi formale e informale e loro effetti*

lare i valori portanti dell'azienda è affidarsi a simboli oppure storie (Olson e Eoyang, 2001).

A livello strategico, Senge (1992) e Savage (1996) usano il principio ologrammatico e le forme frattali per descrivere la visione: essa è dentro l'organizzazione, e l'organizzazione è dentro di essa. Per diventare qualcosa di estremamente potente, la visione ha bisogno di: parole, poiché deve essere emozionante (Foster e Kaplan, 2001); azioni poiché deve essere reale, tangibile (Bennis, 1997); relazioni, poiché deve essere approvata e condivisa da ognuno nell'organizzazione, dopo essere emersa in seguito a un processo bottom-up (Ciappei e Poggi, 1997; Olson e Eoyang, 2001).

A livello organizzativo, richiede relazioni in team e network. Vi è necessità della condivisione, poichè l'incertezza è rischiosa: riferendosi al rischio e all'incertezza impliciti nei processi di innovazione, Hayes e Abernathy (1980) li hanno chiamati "la scelta del giocatore d'azzardo". Ohmae (1989) conclude che "in un mondo complesso e incerto è meglio non giocare da soli". La teoria della complessità può insegnare qualcosa anche sul team building. Olson e Eoyang (2001) sostiene che i team sono sistemi auto-organizzati e S.Kelly (1999) identifica quattro semplici regole per il team building: l'ultima deriva direttamente dalla teoria della complessità, ed è il coordinamento della co-evoluzione. Inoltre, la diversità deve essere abbracciata nei team, poiché è fonte di innovazione (Keene, 2000).

Flessibilità strategica

L'impossibilità della previsione è un dato di fatto per le organizzazioni. Aragòn-Correa e Sharma (2003) identificano tre tipi di incertezza che le organizzazioni devono fronteggiare: incertezza ambientale, organizzativa e decisionale. Il cambiamento è aperto, non prevedibile e creato da noi e dalle interconnessioni con altri soggetti (Stacey, 1996): strategie aperte e di esplorazione sono più utili che previsioni di lungo termine per garantire sviluppo in ambienti complessi e mutevoli. Il bisogno di risposte rapide richiede *adattabilità, prontezza e flessibilità* (Rabey, 2001).

L'adattabilità è raggiunta attraverso la creazione di scenari what-if. Prevedere diventa costruzione di opzioni differenti, cioè scenari.

La prontezza è raggiunta tramite il monitoraggio del mondo esterno e un'attenzione costante ai segnali deboli, poiché la competizione sta diventando "competizione per immaginare il futuro" (Hamel e Prahalad, 1995). L'attenzione ai segnali deboli è fondamentale: le organizzazioni dovrebbero comportarsi come le High Reliable Organizations (ad esempio centrali nucleari), dove i segnali deboli sono presi in considerazione e generano risposte forti (Weick e Sutcliffe, 2001). Secondo Harris e Zeisler (2002), raggiungere l'orlo del caos è il modo migliore per cogliere i segnali deboli. Questa capacità – fondata sulla abilità di cogliere i segnali deboli anche della periferia – presuppone un sistema di monitoraggio e una rete relazionale di presidio degli attori potenzialmente innovativi.

A livello di azione, è necessaria una risposta strategicamente flessibile. Flessibilità strategica significa accettare che la direzione verso cui andare si definisce solo nel momento in cui se ne presentano le condizioni. Non è vero che si possa predefinire dove si vuole arrivare, e che dopo si debba realizzare il piano definito. Ci si deve invece mettere nelle condizioni di cogliere quello che potremmo definire "l'attimo creativo".

Network organization

Il potere delle connessioni richiede la network organization. Le organizzazioni dovrebbero stare in rete con fornitori, clienti, altre organizzazioni, banche, centri di ricerca e università, pubblica amministrazione, associazioni di categoria e sindaca-

ti, associazioni socio-culturali, ecc. Si è passati, sostiene Butera (1990), dall'organizzazione come castello all'organizzazione come rete.

Analizzando le principali caratteristiche delle strutture di governo, e partendo dalla teoria dei costi di transazione di Williamson, si possono individuare le differenze fondamentali a livello di proprietà e meccanismi di coordinamento (fig. 7). La gerarchia è costituita da una proprietà concentrata e si basa su meccanismi di coordinamento sia formali che informali. Il mercato invece è costituito da una proprietà distribuita e da meccanismi di coordinamento per lo più formali (ad esempio prezzo e condizioni di garanzia). Si tratta di rapporti prettamente commerciali. Il network si differenzia dalle precedenti forme in quanto presenta una proprietà distribuita, ma si basa prevalentemente su meccanismi di coordinamento informali. Un orientamento costante alla relazione va al di là di semplici scambi commerciali, e prevede piuttosto la presenza di meccanismi di coordinamento intangibili, ma fondamentali come valori, cultura, fiducia, reputazione, ecc. (Grandori, 1999).

Gli esperti di teoria della complessità sostengono che la network organization è la traduzione pratica a livello organizzativo di ciò che accade in natura (K.Kelly, 1997). Perciò, vi è un passaggio dalla visione industriale (tipica della gerarchia e del mercato) alla visione eco-sistemica (tipica del network) (Battram, 1999). Secondo Battram, le imprese che costituiscono la network organization formano un'eco-sistema, che ha le medesime caratteristiche degli eco-sistemi naturali, ovvero confini indistinti, interconnessioni forti, evoluzione costante, fragilità e diversità interne.

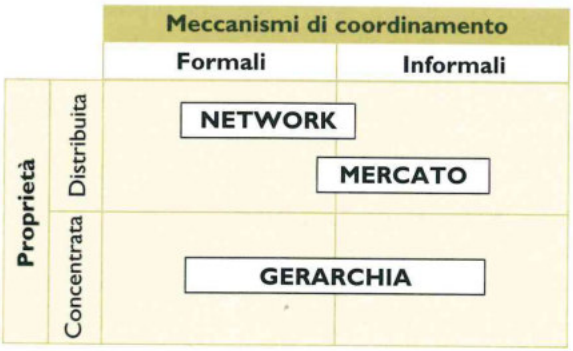


Figura 7 *- Principali caratteristiche delle strutture di governo: gerarchia, mercato, network.*

Circoli virtuosi

I circoli sono da sempre presenti nella realtà, e aumentano di numero, importanza e dimensioni all'aumentare della complessità. Essi sono la diretta conseguenza delle innumerevoli connessioni e della loro non linearità. Anche se non sempre è facile comprendere le interconnessioni che costituiscono i circoli virtuosi, l'imperativo per le imprese è quello di cercarle, cogliendo i segnali deboli.

Secondo il grande filosofo Hegel il mondo è spiegabile come un insieme di circoli e la filosofia è il circolo dei circoli. Questa definizione di circolo dei circoli ci sembra fortemente evocativa per indicare il circolo a nostro avviso più importante tra quelli esistenti all'interno delle organizzazioni: innovazione e sviluppo (fig. 8). L'attenzione costante verso l'innovazione è sempre più necessaria per ogni organizzazione che voglia competere in un ambiente complesso. Innovare è la grande sfida che viene costantemente richiesta: l'orlo del caos è la frontiera che la teoria della complessità indica per raggiungere la creatività, la novità, la diversità. L'innovazione genera sviluppo e lo sviluppo, a sua volta, genera le risorse per investire in innovazione. È questo il circolo virtuoso decisivo che le organizzazioni devono innescare.

Lo sviluppo non è solamente un obiettivo d'impresa, ma innanzitutto un valore. Non esistono organizzazioni stabili: sono in sviluppo o in declino. Il valore dello sviluppo permea le imprese di successo. La direzione della crescita è tracciata, le priorità ne conseguono, le persone sono motivate a trovare dentro i confini dell'organizzazione le opportunità di avanzamenti professionali ed economici, la definizione di un percorso di continuo sviluppo fa sorgere l'entusiasmo e l'energia per affrontare le sfide.

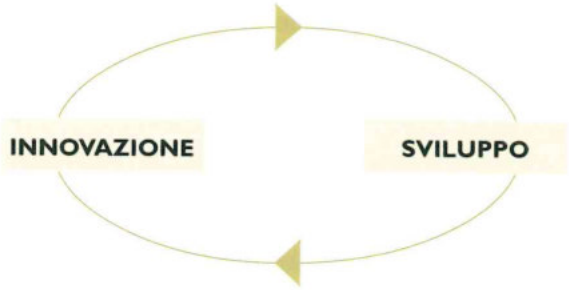


Figura 8 *- Il circolo dei circoli nelle organizzazioni: innovazione e sviluppo.*

Vi sono molti altri circoli all'interno e tra le organizzazioni, e molto spesso sono concatenati tra di loro. Una metodologia per modellizzare la realtà complessa tramite circoli è quella della System Dynamics, sviluppata a partire dai contributi di Forrester degli anni '60. La Systems Dynamics ha come scopo primario la costruzione di scenari, intesi come strumento per supportare l'apprendimento organizzativo e l'efficace formulazione di decisioni. I circoli viziosi rappresentano la minaccia da evitare. I circoli virtuosi sono l'opportunità che le organizzazioni sono chiamate a cogliere.

Learning organization

Il management della complessità si focalizza sull'importanza dell'apprendimento, introducendo il principio della learning organization, strettamente collegato con le recenti teorie evolutive dell'organizzazione, dove le parole chiave sono apprendimento, path dependance, modelli mentali, capitale intellettuale, ecc.

Garvin (2000, p. 11) definisce la learning organization come "un'organizzazione esperta nel creare, acquisire, interpretare, trasferire, e trattenere conoscenza, e che intenzionalmente modifica il suo comportamento per esprimere nuova conoscenza e intuizioni".

Diversi autori distinguono due tipi possibili di apprendimento per le organizzazioni: *single loop learning* e *double loop learning*. Argyris (1990), Morgan (1991) e Senge (1992) parlano di un universo di conoscenza e azione fatto di un double loop. Il primo circolo anziché consentire di apprendere per esplorazione induce a insistere sull'apprendimento per sfruttamento, mentre il secondo ha la funzione di "insegnare a disimparare", mediante il cambiamento delle domande a cui cercare una risposta. Paradossale: imparare a dimenticare per imparare a cambiare. Il primo loop è quello del pensiero lineare, della causa che produce un determinato effetto, che ci induce ad agire sempre allo stesso modo. Il secondo loop invece ci induce a dimenticare i nostri modelli mentali, i nostri schemi, per percorrere strade nuove e quindi apprendere per esplorazione. Entrambi i circoli sono fondamentali.

In particolare, a nostro avviso il cambiamento è il risultato dell'apprendimento e dell'innovazione (fig. 9). Se l'innovazione è incrementale e accompagnata da un apprendimento di tipo single loop learning, il cambiamento è lineare e orientato all'adattamento. Il cambiamento non lineare orientato alla creazione ha luogo invece per la congiunta e inseparabile azione di innovazioni radicali e apprendimento di tipo double loop, finalizzato alla ricerca di nuove risposte, ma anche di nuove domande, nuove sfide, nuove strade da percorrere.

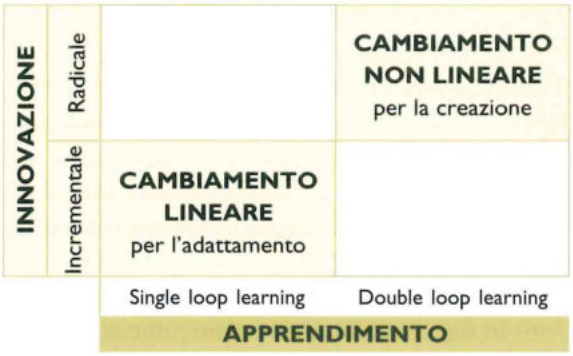


***Figura 9** - Il cambiamento come risultato d'innovazione e apprendimento*

Secondo Hamel e Prahalad (1995, p. 66), una learning organization è necessariamente anche una unlearning organization, un'organizzazione che disimpara, dimenticando i modelli classici e ormai superati e ricercandone di nuovi. Il disapprendimento è quindi un processo intenzionale, mediante il quale vengono scartate le conoscenze obsolete e fuorvianti. Ciappei e Poggi (1997, p.33), descrivono il disapprendimento come un vero e proprio "scongelamento" cognitivo, talmente necessario da assumere la forma del licenziamento del personale chiave qualora questo manifesti l'incapacità di disimparare.

Secondo T. Peters (1992, p. 197), non si può non essere d'accordo con la massima di Gregory Bateson: "Non si può vivere senza una gomma", che è necessaria per cancellare i modelli di successo del passato che inducono all'imitazione. Il sistema per evitare la cecità, a detta di Weick (ibidem, p.197), è di sviluppare un "atteggiamento critico nei confronti delle acquisizioni del passato" e di "curare la memoria come una malattia".

4. Minacce e opportunità dalla complessità

La complessità può rappresentare per uomini e organizzazioni una grande minaccia o una grande opportunità. Nella ragnatela della complessità, uo-

mini e organizzazioni saranno prede oppure ragni?

I rischi connessi alla complessità generano timori. Non sempre è facile portarsi all'orlo del caos, sapendo che è possibile imbattersi nel fallimento della distruzione, e non solo nel successo della creazione. Il nostro senso di smarrimento deriva dal fatto che, se apprendimento e innovazione da un lato sono due necessità irrinunciabili, dall'altro sono sempre più difficili (McKelvey, 2001).

In fig. 10, utilizzando i sette principi della teoria della complessità proposti, sono tratteggiate minacce e opportunità che si presentano alle organizzazioni.

L'auto-organizzazione si basa sulla chiusura, che preserva l'identità del sistema, e l'apertura, che garantisce i flussi materiali ed energetici necessari. Se prevale la prima dimensione della chiusura, vi è reale rischio di declino per l'organizzazione. Al contrario, se essa riesce ad aprirsi ai contributi interni ed esterni, che arrecano energia sotto forma di collaborazione, nuove idee, apprendimento, scambio di dati e informazioni, vi sono opportunità di sviluppo. Se l'organizzazione favorisce l'intelligenza distribuita all'interno e le alleanze strategiche all'esterno, può dare luogo a quelle forme auto-organizzate che secondo alcuni studiosi rappresentano "il mistero più affascinante della scienza".

L'orlo del caos è l'area della distruzione creativa: rischia di far precipitare le organizzazioni nella distruzione, ma è il luogo più favorevole alla creazione e all'innovazione. Un sistema complesso che non si porta all'orlo del caos è destinato a morire, per troppa stabilità o per troppa instabilità. Mediante la disorganizzazione creativa invece le organizzazioni possono sopravvivere creando il nuovo, pur dovendo convivere con i rischi che ogni disorganizzazione porta con sé.

Il principio ologrammatico – inteso come la parte è nel tutto, il tutto è nella parte – minaccia le organizzazioni di dare luogo a monoliti caratterizzati da conformismo, appiattimento: potrebbe non esserci spazio per diversità, controculture, conflitti, che arrecano idee e novità. L'opportunità vera e propria è invece quella della condivisione, che, pur lasciando spazio alle diversità, unisce e accresce il sentimento di far parte di un team con un obiettivo comune e nobile, e non di una sommatoria anonima di persone che si trovano ogni giorno sul posto di lavoro solo per arrivare a fine mese.

L'impossibilità della previsione rappresenta a prima vista solo una minaccia. I metodi previsionali classici, basati su dati storici e proiezioni quantitative, si rivelano poco efficaci nei cambiamenti discontinui e il rischio è di trovarsi impreparati di fronte alle sfide improvvise, cioè di perdere l'attimo. Eppure, in uno scenario instabile in cui non è possibile prevedere, le organizzazioni che costruiscono scenari futuri alternativi, colgono i segnali deboli e sono strategicamente flessibili, possono essere in grado di cogliere l'attimo che si presenta inaspettato.

Il potere delle connessioni è evidente in ambienti e mercati in cui le relazioni sono numerose e potenti. Le reti sono ormai affermate nel panorama economico. Il rischio del potere delle connessioni è il comportamento opportunistico in rete di alcuni soggetti. Ma il comportamento in rete è caratterizzato anche dalla collaborazione sinergica, dal mutuo apprendimento, da relazioni basate su lealtà e fiducia.

		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

Figura 10 *- Minacce e opportunità dalla complessità.*

La causalità circolare indica a uomini e organizzazioni che la realtà complessa è costituita da numerosi circoli concatenati. Rimanere intrappolati in un circolo vizioso rappresenta un grande rischio, ma innescare un circolo virtuoso è una grande opportunità. L'attenzione dell'organizzazione verso i circoli deve essere sempre alta. Soprattutto quello che abbiamo definito il "circolo dei circoli" (innovazione-sviluppo) dovrebbe essere continuamente alimentato.

L'apprendimento try&learn, infine, è la base per generare nuova conoscenza. Nel caso in cui i tentativi vadano a vuoto, le organizzazioni comunque apprendono l'inefficacia di certe scelte. Mentre se i tentativi vanno a buon fine portano a nuovi risultati e modelli. Chi non si incammina nel percorso di apprendimento per tentativi rischia di rimanere nell'ignoranza.

Le organizzazioni si trovano oggi nella ragnatela della complessità. La ragnatela è il luogo della vita e della morte, della creazione e della distruzione, delle opportunità e delle minacce.

Le organizzazioni rimarranno imbrigliate? Ovvero saranno prede? Oppure sapranno sfruttare le opportunità che la ragnatela offre? Ovvero saranno ragni?

5. Conclusioni

Nella ragnatela della complessità gli uomini e le organizzazioni potranno accettare la sfida, con l'obiettivo di coglierne le opportunità, oppure non accettarla, con l'obiettivo di minimizzare i rischi. Nel primo caso dovranno confrontarsi con nuove situazioni, percorsi, idee, problemi, e dovranno perciò anche essere pronti a cambiare se stessi. Dovranno essere cioè disponibili a processi di disorganizzazione creativa. Nel secondo caso manterranno il loro ruolo tradizionale, nella speranza di sopravvivere replicando il passato. Nel primo caso potrebbero essere ragni, nel secondo caso potrebbero essere prede nella ragnatela della complessità.

Le organizzazioni che accetteranno la sfida non dovranno precludersi nessuna direzione. Alla domanda chiave: "preso atto della complessità, quali direzioni per l'organizzazione?", provocatoriamente rispondiamo: tutte le potenziali.

Definita una strategia, una direzione di marcia, la chiave è essere consapevoli che lungo il percorso è possibile che si individuino obiettivi diversi rispetto a quelli ricercati e di gran lunga più importanti. Non è vero che sia conveniente predefinire dove si vuole arrivare, e che dopo si debba realizzare il piano definito. È più opportuno mettersi nelle condizioni di cogliere *l'attimo creativo*. Paradossalmente scegliamo di non scegliere direzioni prestabilite, ma di restare aperti a tutte le potenziali direzioni. Scegliamo, per dirla con uno slogan, di restare: in rete pronti a cogliere l'attimo creativo.

BIBLIOGRAFIA

Amietta P.L. La creatività come necessità. Milano: Etas; 1991.

Aragòn-Correa J.A. e Sharma S. A Contingent Resource-Based View of Proactive Corporate Environmental Strategy. Academy of Management Review, 2003; 28 (1): 71-88.

Argyris C. Overcoming organizational defences, facilitating organizational learning. Needham-Heights: Allyn&Bacon; 1990.

Ashmos D.P., Duchon D., McDaniel R.R., Huonker J.W. What a Mess! Participation as a Simple Managerial Rule to 'Complexify' Organizations. Journal of Management Studies, 2002; 39 (2): 189-206.

Battram A. Navigating Complexity. The Essential Guide to Complexity Theory in Business and Management. London: The Industrial Society; 1999.

Bennis W. Diventare leader di leader. In: Gibson R. Ripensare il futuro. I nuovi paradigmi del business. Milano: Il Sole-24Ore Libri; 1997.

Butera F. Il castello e la rete. Milano: Franco Angeli; 1990.

Cammarata S. Complessità 2000. Milano: Etas; 1999.

Capra F. La rete della vita. Milano: BUR, Rizzoli; 2001.

Choi T.Y., Dooley K.J. e Rungtusanatham M. Supply networks and complex adaptive systems: control versus emergence. Journal of Operations Management 2001; 19: 351-366.

Ciappei C. e Poggi A. Apprendimento e agire strategico di impresa. Padova: CEDAM; 1997.

Cohen B. The Edge of Chaos. New York: John Wiley and Sons; 1997.

Corò G. e Rullani E. Percorsi locali di internazionaliz-

zazione: competenze e auto-organizzazione nei distretti industriali del Nord-Est. Milano: Franco Angeli; 1998.

De Angelis V. La logica della complessità. Introduzione alle teorie dei sistemi. Milano: Bruno Mondatori; 1996.

De Toni e Comello L. Uomini e organizzazioni nella ragnatela della complessità: prede o ragni? In press 2004.

De Toni A.F., Comello L e Sanfilippo M. Complexity, management and purchasing: towards an integrated approach. Proceedings of the IPSERA (International Purchasing & Supply Education & Research Association) Conference 2004; 2004 Apr 5-7; Catania, Italy.

De Toni A.F., Sanfilippo M. e Comello L. Creativity in new product development: an innovative methodology. Proceedings of the EUROMA (European Operations Management Association) Conference 2004; 2004 Jun 27-29; Fontainebleau, France.

Eisenhardt K.M. e Galunic D.C. Coevolving: At Last, a Way to Make Synergies Work. Harvard Business Review, 2000; 78 (1): 91-101.

Foster R.N. e Kaplan S. La distruzione creatrice. Milano: Etas; 2001.

Gallino L. Complessità esterna e complessità interna nella costruzione di un modello del comportamento. In: Bocchi G. e Ceruti M. La sfida della complessità. Milano: Feltrinelli; 1985.

Garvin D.A. Learning in action. Boston: Harvard Business School Press; 2000.

Gharajedaghi J. Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity. Boston: Butterworth-Heinemann; 1999.

Grandori A. Le forme organizzative come nessi di diritti e di meccanismi di decisione. Studi organizzativi, 1999; 1.

Hamel G. e Prahalad C.K. Alla conquista del futuro. Milano: Il Sole-24Ore Libri; 1995.

Hamel G. Leading the Revolution. Harvard: Harvard Business School Press; 2000.

Hamel G. Reinventare le basi della competizione. In: Gibson R. Ripensare il futuro: i nuovi paradigmi del business. Milan: Il Sole-24Ore Libri; 1997.

Harris S.D. e Zeisler S. Weak Signals: Detecting the Next Big Thing. Futurist, 2002; 36 (6): 21-28.

Hayes R.H. e Abernathy W. Managing our way to economic decline. Harvard Business Review, 1980; 58 (4): 67-77.

Jaques E. L'organizzazione indispensabile: guida pratica alla leadership e alla struttura creativa. Milano: Guerini e Associati; 1991.

Kauffman S.A. The origins of order. New York: Oxford University Press; 1993.

Kauffman S.A.. The origins of order: self-organization and selection in evolution. New York: Oxford University Press; 1993.

Keene A. Complexity theory: the changing role of leadership. Industrial and Commercial Training, 2000; 32 (1): 15-18.

Kelly K. La nuova biologia del business. In: Gibson R. Ripensare il futuro. I nuovi paradigmi del business. Milano: Il Sole-24Ore Libri; 1997.

Kelly S. What Business Can Learn from the Simple Science of Complexity. Journal for Quality & Participation, 1999; 22 (5): 44-46.

Lindberg C., Herzog A., et al. Life at the edge of chaos. Physician Executive 1998; 24: 6-20.

Mandelbrot B. The Fractal Geometry of Nature. New York: W.H.Freeman; 1977.

McKelvey B. Energising order-creating networks of distributed intelligence: improving the corporate brain. International Journal of Innovation Management, 2001; 5 (2): 181-212.

Morgan G. Images. Le metafore dell'organizzazione. Milano: Franco Angeli; 1991.

Morin E. Introduzione al pensiero complesso. Milano: Sperling&Kupfer; 1993.

Normann R. Ridisegnare l'impresa: quando la mappa cambia il paesaggio. Milano: Etas; 2002.

Ohmae K., The global logic of strategic alliances. Harvard Business Review, 1989; 67 (2).

Olson E.E. e Eoyang G.H. Facilitating Organization Change. Lessons from Complexity Science. San Francisco: Jossey-Bass / Pfeiffer; 2001.

Pascale R.T. Il management di frontiera. Milano: Sperling&Kupfer; 1992.

Peters T. e Watermann R.H. Jnr. In Search of Excellence. New York: Harper and Row; 1982.

Peters T. Liberation management. Milano: Sperling&Kupfer; 1992.

Piaget J. Biologia e conoscenza. Torino: Einaudi; 1983.

Pribram K.. Contributi sulla complessità: le scienze neurologiche e le scienze del comportamento. In: Bocchi G. e Ceruti M. La sfida della complessità. Milano: Feltrinelli; 1985.

Prigogine I. e Stengers I. La nuova alleanza. Torino: Giulio Einaudi Editore; 1981.

Quadrio Curzio A. e Fortis M. Complessità e distretti industriali. Dinamiche, modelli, casi reali. Bologna: Il Mulino; 2002.

Quattrocchi P. Etica scienza complessità. Milano: Franco Angeli; 1984.

Rabey G. Is the team building industry nearing the apex of its S curve? Team Performance Management, 2001; 7 (8): 112-116.

Rullani E. Il distretto industriale come sistema adattativo complesso. In: Quadrio Curzio A. e Fortis M. Complessità e distretti industriali. Dinamiche, modelli, casi reali. Bologna: Il Mulino; 2002.

Savage C.M. 5th generation management. Boston: Butterworth-Heinemann; 1996.

Senge P. La quinta disciplina. Milano: Sperling & Kupfer; 1992.

Stacey R. Caos e management: la creatività nel controllo strategico dell'impresa. Milano: Guerini e Associati; 1996.

Varela F.J. Principles of Biological Autonomy. New York: North Holland; 1979.

Waldrop M.M. Complessità: uomini e idee al confine tra ordine e caos. Torino: Instar Libri; 1996.

Weick K.E. e Sutcliffe K.M. Managing the Unexpected. San Francisco: Jossey-Bass; 2001.