

Seminario di apertura

ISCOM
 Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione
 Ministero dello Sviluppo Economico, Dipartimento per le Comunicazioni
 Viale America 201, Roma

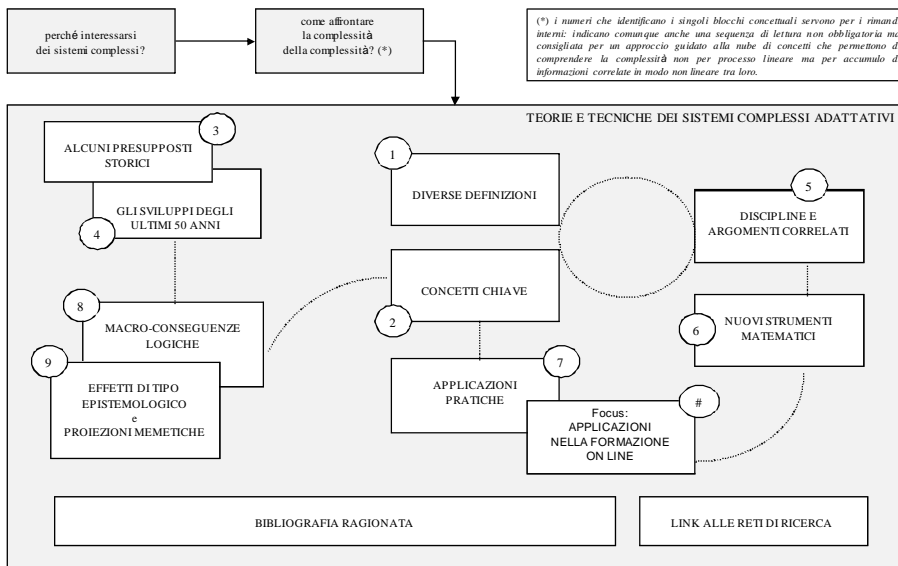
INTRODUZIONE GENERALE ALLA COMPLESSITA'

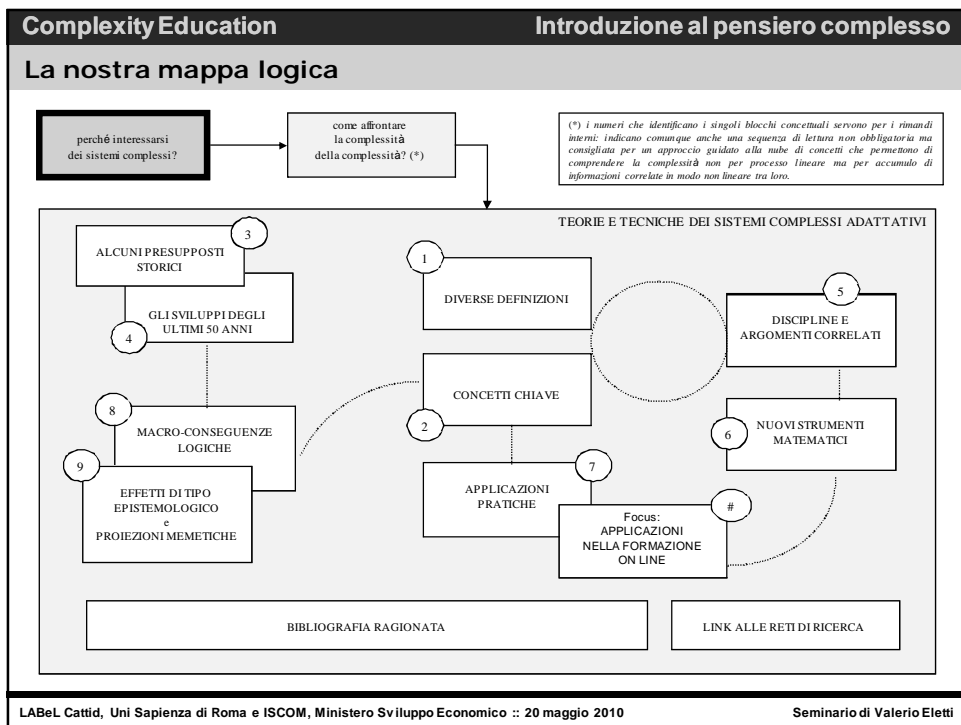
Valerio Eletti
 Label Cattid, Università Sapienza di Roma

Roma, 20 maggio 2010

1a parte

La nostra mappa logica





Complexity Education **Introduzione al pensiero complesso**

La complessità: PERCHE' ce ne occupiamo?

Perché ci interessiamo delle reti e dei sistemi complessi in grado di evolversi?

... e perché ce ne interessiamo nel loro insieme, dal punto di vista della filosofia della scienza e dell'organizzazione?

- ❑ **OGGI E DOMANI:** ... perché sempre più complessi sono e saranno:
 - la società, l'economia e la finanza del nostro mondo globale,
 - gli ambienti naturali e le reti artificiali in cui siamo immersi o comunque coinvolti,
 - il mondo del lavoro e i mercati con cui veniamo continuamente in contatto,
 - la sfera di informazioni, di spot pubblicitari e di narrazioni che ci circonda ...
 - ... e i modelli di formazione di tipo immersivo, basati sul learning by doing
- ❑ **IERI E OGGI:** ... ma anche perché sempre e comunque complessi sono stati sistemi che fino a oggi non abbiamo saputo affrontare nel loro insieme o che comunque abbiamo studiato in modo parziale e riduzionistico:
 - dallo sviluppo urbanistico e dai problemi del traffico delle nostre città alle interazioni, intersezioni e scambi reciproci fra civiltà nel corso della storia,
 - dalla propagazione di epidemie fisiche, di virus digitali e di credenze e mode fino all'emersione della vita dalla materia
 - e all'emersione dell'intelligenza dalla vita.

LABeL Cattid, Uni Sapienza di Roma e ISCOM, Ministero Sviluppo Economico :: 20 maggio 2010 Seminario di Valerio Eletti

La complessità: PERCHE' ce ne occupiamo?

**E poi: perché parliamo di “complexity education”,
ovvero della “formazione alla complessità con la complessità”?**

Come avremo modo di vedere più avanti,
le teorie della complessità hanno dato vita a diversi modelli matematici
e ad applicazioni che ritroviamo - per ora solo in parte -
anche nelle forme più avanzate di apprendimento mediato dalle nuove tecnologie:
parliamo delle

- simulazioni di tipo laboratoriale (**Lab Sim**)
basate su automi cellulari e algoritmi evolutivi
- simulazioni di tipo partecipativo (**Tale Sim**)
basate non solo su alberi e tabelle,
ma anche su sistemi dinamici o su reti neurali, e in particolare bayesiane
- simulazioni di tipo misto (**Tale Lab Sim**)
presentate con cruscotti astratti (a leva) tipici di molti Business game

... e parliamo naturalmente, in senso più generale (e ancora poco definito)
della formazione in rete (**learning 2.0**) come sistema complesso nel suo insieme

La complessità: PERCHE' ce ne occupiamo?

**E soprattutto: perché si dovrebbe interessare di sistemi complessi,
di teorie della complessità, di formazione con/alla complessità
chi si occupa di organizzazione, di gestione e di comunicazione?**

Questo sarà l'aspetto che operativamente interesserà di più
tutte le persone che seguono questo ciclo di seminari e conferenze,
dato che, procedendo in una sorta di zoom ad allargare, vediamo che:

- sempre più complesse sono le organizzazioni in cui o per cui lavoriamo
- sempre più complessa è la società civile in cui operano le nostre organizzazioni
- sempre più complesso è l'intreccio tra la nostra società civile
e il contesto globale e locale di economia, informazione, politica, ambiente...

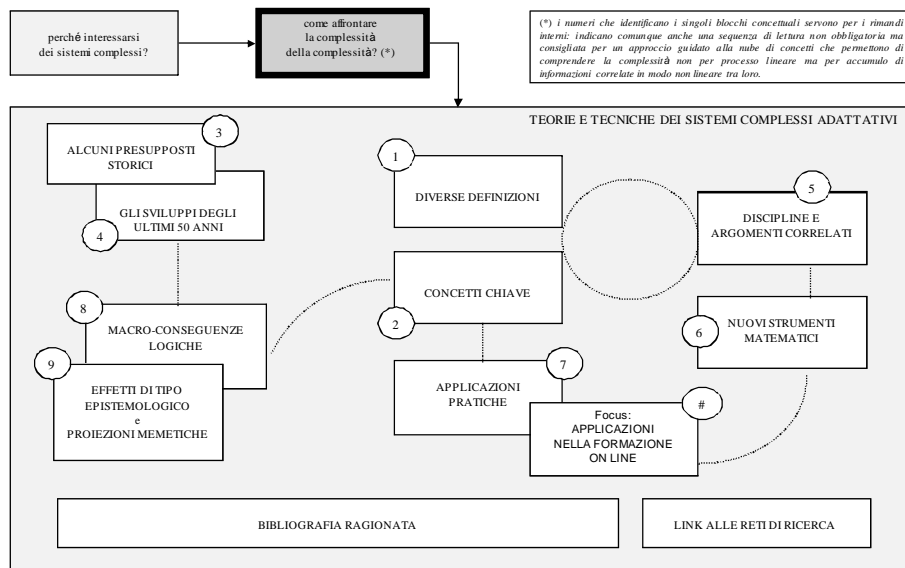
La complessità: PERCHE' ce ne occupiamo?

Il **Global CEO Study 2010*** evidenzia che l'ambiente di business è diventato più volatile e incerto, e molto più complesso. Addirittura **8 amministratori delegati su 10 (l'82%) prevedono un significativo aumento della complessità del contesto in cui operano.** A fronte di tutto ciò, solo la metà degli amministratori delegati di tutto il mondo (il 49%) ritiene che la propria azienda sia adeguatamente preparata a gestire un contesto di business altamente volatile e sempre più complesso. In Italia questa percentuale è un po' più alta (il 58%) ma la sostanza non cambia: secondo gli esperti di IBM, si tratta de **"la più grande sfida di leadership individuata negli otto anni di esistenza della ricerca"**

* Il Global CEO Study (il 2010 è 4a edizione) è condotto dall'IBM Institute for Business Value, con cadenza biennale, per analizzare le sfide e gli obiettivi degli amministratori delegati di tutto il mondo: 1.541 in questa edizione, dei quali 55 italiani, intervistati faccia a faccia tra il settembre 2009 e il gennaio 2010. (cfr. Marco Tennyson, "La grande sfida dei CEO, anche italiani: gestire con successo la complessità", in <http://www.cwi.it/knowledge-center/2010/05/19>)

ma di questi aspetti di grande interesse non parleremo oggi nello specifico: *ne tratteremo a fondo con alcuni degli autori degli studi più approfonditi e originali sull'attuale posizione di manager, esperti di reti e comunicatori all'interno di mondi sempre più intrecciati tra loro e sempre meno gestibili con i classici metodi deterministici e rigidamente gerarchici.*

La nostra mappa logica



La complessità: COME ce ne occupiamo?

... e come ci avviciniamo all'idea di complessità?

Un'indagine scientifica su caos, complessità e parallelismo è di per sé interdisciplinare e, in quanto tale, si presta bene alla divulgazione perché tutte le persone interessate sono, in un certo senso, non addetti ai lavori. Non esiste, cioè, l'esperto del caos, della complessità e del parallelismo - settori che non possono essere confinati in un campo specifico, in quanto spaziano dalla fisica alla biologia alla matematica. Temi come questi devono essere affrontati con un atteggiamento di umiltà e con la coscienza dei limiti imposti dalla propria specializzazione disciplinare

Bruno Codonetti
(p.52 di AaVv., "Caos e complessità", Cuen 1996)

Partiamo da qui:

abbiamo un'idea condivisa di che cosa sia la complessità?

E si può affrontare la nebulosa dei concetti legati alla complessità in maniera semplice? oppure "semplice" qui porta al riduzionismo, e quindi a una contraddizione in termini, a un'illusione?

Affrontare la complessità della complessità

Siamo tutti d'accordo in prima approssimazione e in maniera intuitiva che **complessità** è intreccio, rete, feedback, sincronizzazione, interconnessione...

E possiamo accettare che **il concetto di complessità non sia semplificabile.**

Per comprenderne la natura, le caratteristiche e le proprietà **dobbiamo procedere per accumulo di descrizioni, stimoli, concetti chiave**, cercando quindi di connetterli fra di loro appoggiandoli alla rete complessa di più alta gerarchia di cui disponiamo: quella dei neuroni e delle sinapsi del nostro cervello...

... tenendo conto del fatto che molte idee più o meno nette e definite di complessità esistono già nella mente di tutti noi qui ora, prima ancora di cominciare il seminario.

*E quindi **prima** di tutto facciamo emerge insieme quanto sappiamo grazie a una serie di stimoli iniziali.*

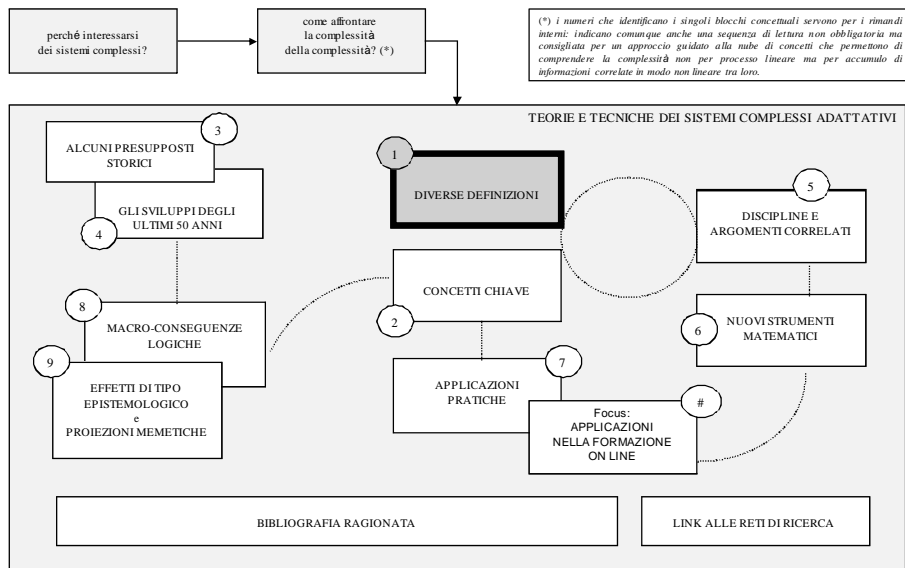
Solo **dopo** questo esercizio entreremo nel merito in maniera strutturata.

Affrontare la complessità della complessità

Primo esercizio collettivo di carattere induttivo:

1. Facciamo degli esempi di sistemi che riteniamo complessi
2. Poi rivediamo insieme l'elenco delle proposte:
 - ci sono ricorrenze negli esempi?
 - ci sono dei raggruppamenti coerenti?
 - dall'elenco emergono delle caratteristiche comuni?
 - ...

La nostra mappa logica



Diverse definizioni

Secondo esercizio collettivo di carattere induttivo:


per far emergere quanto già sappiamo (corretto o errato che sia) leggiamo insieme una serie di definizioni, presentazioni e riflessioni sulla complessità.

*E durante la lettura **ciascuno appunti le parole chiave che percepisce***

... parole che condivideremo e analizzeremo insieme per impostare il primo quadro cognitivo dei concetti di complessità che già possediamo.

Cominciamo dalle definizioni più canoniche e dalle auto-presentazioni dei centri o dei progetti di ricerca e poi estendiamo lo sguardo su riflessioni e definizioni più informali che possano allargare l'orizzonte della nostra prima visione.

E prendiamoci tutto il tempo che serve...

 **Definizioni di carattere divulgativo**

È possibile elencare i tratti caratteristici di un sistema complesso?
I sistemi complessi hanno caratteristiche strutturali e funzionali generali?
Ci sono "regole del gioco" valide per il cervello, l'economia mondiale, il Dna, la foresta amazzonica e i batteri?
La risposta più onesta alle soglie del Duemila è: "Molto probabilmente".
(...)

Semplificando al massimo, proviamo a formulare una definizione operativa di un sistema complesso.

Un sistema complesso adattativo (SCA) è un sistema aperto, formato da numerosi elementi che interagiscono fra di loro in modo non lineare e che costituiscono una realtà unica, organizzata e dinamica, capace di evolvere e adattarsi all'ambiente.

Alberto **Gandolfi**,
Formicai, imperi, cervelli. Introduzione alla scienza della complessità
Bollati Boringhieri, 1999 (pag.10 e pag.19)

Definizioni di carattere divulgativo

Questi sistemi sono formati da numerosi agenti che agiscono insieme.
 Possono essere cellule nervose nel cervello oppure individui nell'economia.
 Ogni elemento influisce sugli altri e subisce l'influsso degli altri.
 (...)

Questi agenti interattivi non sono controllati centralmente;
 i comportamenti emergono dalle interazioni stesse (...) Il comportamento coerente
 del sistema deriva dalla competizione e collaborazione fra gli elementi.
 (...)

Ogni livello del sistema serve come mattone per costruire il prossimo livello.
 Così un gruppo di cellule formerà un tessuto,
 e un gruppo di operai costituirà un team di lavoro,
 e così via per ogni livello e per ogni tipo di sistema complesso.
 Un fenomeno fondamentale di adattamento di questi sistemi
 è che essi si riorganizzano continuamente, mentre imparano.

brano da John **Holland** (del Santa Fe Institute),
Adaptation in Natural and Artificial Systems, Mit Press, Cambridge (Mass. US) 1992,
 tradotto e citato a pag.19 di A. Gandolfi 1999 (op. cit.)

Definizioni di carattere divulgativo

... cos'è la complessità? Esistono un gran numero di definizioni;
 alcune si basano sui concetti di informazione, di entropia (...), di caso o di casualità.
 Tutte, sebbene a diversi livelli, esprimono una relazione tra il tutto e le parti del sistema,
 per meglio dire sottolineano il fatto che la conoscenza delle parti
 non è sufficiente a spiegare il funzionamento del tutto.
 (...) La formula ormai consacrata della complessità postula che
 "il tutto è maggiore della somma delle parti".

Che si tratti di turbolenze atmosferiche, di colonie di insetti
 o di altre popolazioni animali sottoposte a fluttuazioni erratiche,
 dello sviluppo delle malattie epidemiche, dell'evoluzione dei regimi politici,
 di reti di telecomunicazioni, di movimenti sociali o di andamento dei mercati azionari,
 i sistemi complessi dinamici - insieme aperti e instabili - non possono essere descritti
 attraverso l'analisi classica, che consiste nel segmentare il tutto
 e nel cercare di comprenderlo attraverso la scomposizione delle sue funzioni elementari.
 Un altro aspetto della complessità è il suo essere costantemente "di confine"
 tra due condizioni differenti, talvolta contraddittorie.

La complessità rinvia spesso a una soglia critica, a una frontiera fra caos e ordine.

Réda **Benkirane**,
La teoria della complessità
 Bollati Boringhieri 2007 (edizione originale: 2002) (pag. 9)

Definizioni di carattere divulgativo


Virus, batteri, funghi e animali si sono evoluti di pari passo con l'uomo nel corso dell'intera storia di *homo sapiens* **guidando** l'evoluzione del nostro sistema immunitario e delle sue capacità di adattamento. Le popolazioni umane forniscono ai microrganismi patogeni terreni di riproduzione sempre più vasti, e anche se riusciamo a tenerne a bada alcuni e ne portiamo qualcun altro all'estinzione, altri ancora si evolveranno per invaderci e diffondersi.

(...)

La forma di ricombinazione nota come *shift* (...) fornisce la variazione quasi caleidoscopica che permette ai virus riconfigurati di eludere l'immunità sviluppatasi in precedenza, **costringendoci** a mettere continuamente a punto nuovi vaccini.

... notare la retroazione sia sui nostri geni che sui nostri memi.

David P. Mindell, "Evoluzione e tecnologia", nel numero speciale de Le Scienze dedicato a "L'evoluzione dell'evoluzione", Le Scienze n°486 (febbraio 2009), pag. 85

 Presentazioni di progetti e centri di ricerca sulla complessità

The Santa Fe Institute is devoted to creating a new kind of scientific research community, one emphasizing multi-disciplinary collaboration in pursuit of understanding the common themes that arise in natural, artificial, and social systems. Research topics:

- Dynamics and Quantitative Studies of Human Behavior, History and Social Institutions
- Emergence, Organization and Dynamics of Living Systems
- Information Processing and Computation in Complex Systems
- Physics of Complex Systems
- Robustness and Innovation in Evolutionary Systems

dalla home page del SFI - Santa Fe Institute (New Mexico, US)
<http://www.santafe.edu/>
 NOTA: Si vedano le ampie e interessanti interviste per il 25° anniversario del SFI

Presentazioni di progetti e centri di ricerca sulla complessità

A complex system is in general any system comprised of a great number of heterogeneous entities, among which local interactions create multiple levels of collective structure and organization. Examples include natural systems ranging from bio-molecules and living cells to human social systems and the ecosphere, as well as sophisticated artificial systems such as the Internet, power grid or any large-scale distributed software system.

A unique feature of complex systems, generally overlooked by traditional science, is the emergence of non-trivial superstructures which often dominate the system's behaviour and cannot be easily traced back to the properties of the constituent entities.

(...) In many cases, complex systems possess striking properties of robustness against various large-scale and potentially disruptive perturbations.

They have an inherent capacity to adapt and maintain their stability.

Because complex systems require analysis at many different spatial and temporal scales, scientists face radically new challenges when trying to observe complex systems, in learning how to describe them effectively, and in developing original theories of their behaviour and control.

dalla *Roadmap of complex systems* di David Chavalarias
pubblicata sul sito del ISC, l'Institut des Systemes Complexes di Parigi
all'indirizzo: <http://iscpif.csregistry.org>

Presentazioni di progetti e centri di ricerca sulla complessità

Ma cosa sono i sistemi complessi? In parole povere si tratta di tutti quei sistemi che sono costituiti da un gran numero di componenti che interagiscono tra loro con leggi elementari, ma che mostrano comportamenti e proprietà collettive estremamente più complicati.

Un esempio tipico è costituito dalla nostra atmosfera e dalle sue manifestazioni meteorologiche

(...)

Continuando con gli esempi si possono citare il ciclo cellulare e i suoi meccanismi di regolazione genica: anche quando siamo in grado di ricostruire con buona approssimazione la mappa delle interazioni tra geni che ne regolano l'espressione restiamo, comunque, ben lontani dall'aver compreso ciò che rende "il tutto" tendenzialmente stabile rispetto a perturbazioni esterne, alcune delle quali però sono in grado di produrre variazioni violente fino alla perdita di coerenza dell'intero impianto (...)

dal manifesto on line
del Centro Interdipartimentale per lo Studio delle Dinamiche Complesse (CSDC)
dell'Università di Firenze <<http://www.csdc.unifi.it>>

Presentazioni di progetti e centri di ricerca sulla complessità

The science of complex systems
can change, and it is changing, our vision of the world.

This new knowledge allows new interpretations and new points of view,
thereby allowing a deeper understanding of the behaviour
of natural, social and technical systems.

In particular, it promises to offer effective concepts and methods
in order to foster innovation, the key process in any company or organization.

Therefore, complexity constitutes a new challenge for trainers and teachers
which have to develop an effective educational process
able to provide the necessary competencies. (...)

Successful management of innovative organizations
lies in the capability of capture the structure and the dynamics
of the recurring patterns of interactions among the involved entities...

dalla Introduzione di Marco Villani al volume da lui curato:
Educating managers in complexity, Aracne Ed. 2006, p. I,
realizzato per la conclusione del progetto europeo CETRA, Learning Complexity

 Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità

Si intende per Teorie della Complessità (TC) un insieme piuttosto eterogeneo
di studi, ricerche e riflessioni, condotte in America e in Europa a partire dalla II guerra mondiale,
che interessano diversi aspetti della conoscenza umana,
anche se con efficacia diversa a seconda del campo di applicazione.

(...) Nell'ambito delle TC non esiste niente di meno definito e di più incerto
del concetto stesso di Complessità, la quale non ha né un oggetto definito
né uno statuto epistemologico unanimemente riconosciuto (*).

(...) la Complessità è un approccio alla ricerca alternativo a quello tradizionale
e consiste in un diverso modo di organizzare ed interpretare il dato empirico.
Parlare di Complessità significa quindi ragionare non tanto in termini di teoria vera e propria,
quanto in termini di paradigma scientifico.

(...) Nuovi strumenti logico-matematici, come le stringhe booleane
o il raffinamento di metodi di stima statistica,
la riproduzione in laboratorio di eventi non prevedibili come quello dell'emergenza,
la maggiore potenza di calcolo dei primi elaboratori elettronici (...) facevano preconizzare
(...) una nuova visione del mondo che ora sembrava essere meno regolare, ordinato
e pertanto non conoscibile attraverso la formulazione di leggi scientifiche.

dalla Introduzione di Massimiliano Ruzzeddu al suo volume
Teorie della Complessità e Produzione di Senso,
pubblicato da FrancoAngeli nel 2007 (pag. 17 e 18)

Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità

Nota all'introduzione di Ruzzeddu:

(*) Cfr. Stengers (1985). (...) la studiosa francese si riferisce a una serie di problemi teorici e sperimentali, quali la relazione osservatore-oggetto, la generalizzabilità di un caso singolo e la distinzione fra caratteristiche universali e particolari di un oggetto, che nel loro insieme rappresentano un Universo Complesso e disordinato, differente dalla gigantesca macchina newtoniana rappresentata dal senso comune. "In ogni caso, se c'è una risposta alla "sfida della complessità", non è di tipo teorico, ma pratico, nel senso in cui le istituzioni del sapere traducono delle pratiche sociali, economiche, politiche e culturali".

Isabelle Stengers, "Perché non può esserci un paradigma della complessità" in Bocchi e Ceruti (a cura di), *La Sfida della Complessità*, Bruno Mondadori 2007 (1a ed.: Feltrinelli 1985) (pagg. 37-59)

Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità

L'idea di fondo della teoria algoritmica dell'informazione è di osservare la *grandezza* in bit del software del computer, la grandezza più piccola possibile (...)

È una visione software della scienza: una *teoria* scientifica è un programma informatico che calcola le nostre *osservazioni*, i dati sperimentali.

(...)

Una teoria consiste nel comprimere i dati, attraverso concise descrizioni algoritmiche.

Più semplice la teoria, migliore la capacità di comprendere qualcosa.

Una teoria molto complessa significa che qualcosa non va per il verso giusto.

Possiamo d'altro canto definire la *complessità* o, più precisamente, il "contenuto algoritmico dell'informazione" di un insieme di fatti (o di un altro oggetto digitale) come la grandezza in bit del programma più piccolo per il rispettivo calcolo (...)

una stringa di bit è irriducibile (chiamata anche "algoritmicamente casuale") quando la sua complessità è pari alla sua grandezza.

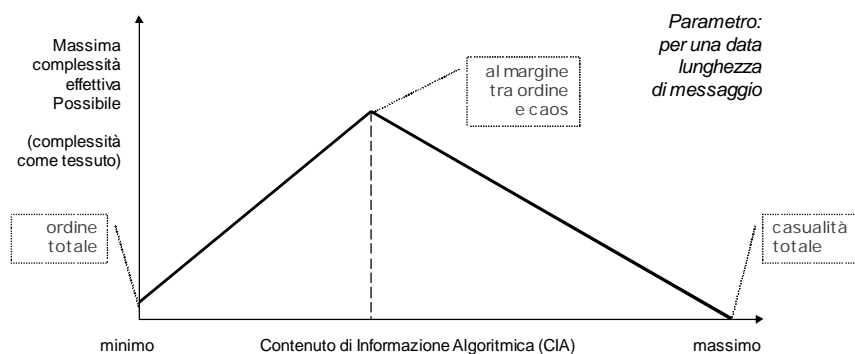
Gregory J. Chaitin,
Teoria algoritmica della Complessità,
Giappichelli Editore, Torino 2006 (pagg. 13-14)

Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità

Il contenuto di informazione algoritmica (Cia) o casualità algoritmica, pur essendo a volte chiamato complessità algoritmica, non corrisponde a ciò che intendiamo comunemente con la parola complessità. Per definire la complessità effettiva ci occorre qualcosa di completamente diverso da una quantità che consegue il suo massimo in stringhe casuali. In effetti sono proprio gli aspetti non casuali di un sistema o di una stringa a contribuire alla sua complessità effettiva, che può essere grosso modo caratterizzata come la lunghezza di una descrizione concisa delle sue regolarità. La complessità grossolana e il Cia (...) si riferiscono alla lunghezza di una descrizione concisa dell'intero sistema o stringa, compresi tutti i suoi caratteri casuali, e non delle sole regolarità. Per discutere il concetto di complessità effettiva è essenziale esaminare nei particolari la natura dei sistemi complessi adattativi. (...) la loro capacità di apprendere, ovvero di evolversi, implica la capacità di distinguere (...) ciò che è casuale da ciò che è regolare. La complessità effettiva è quindi connessa alla descrizione delle regolarità di un sistema da parte di un sistema complesso adattativo che "lo osserva".

Murray Gell-Mann,
Il quark e il giaguaro. Avventure nel semplice e nel complesso,
 Bollati Boringhieri 1996 (ed. orig. 1994) (pag. 70)

Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità



Murray Gell-Mann,
Il quark e il giaguaro. Avventure nel semplice e nel complesso,
 Bollati Boringhieri 1996 (ed. orig. 1994) (pag. 80)

Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità

1. Emergence of complexity occurs in terms of **A) function** (simple structures causally underlying functioning of more complex structures), **B) development** (a single initial cell growing to a complex interlocking set of 10^3 cells), and **C) evolution** (a universe region containing no complex systems evolving to one containing billions of them), each occurring with very different timescales.
2. Complex systems are characterized by **A) hierarchical structures** delineating both complexity and causality with **B) different levels of order** and descriptive languages, plus **C) a relational hierarchy** at each level of the structural hierarchy.
3. These hierarchical structures are modular - made up by structural combinations of simpler (lower-level) components with their own state variables, incorporating encapsulation and inheritance, enabling reuse and modification.
4. Complex emergence is enabled by **A) bottom-up** and **B) top-down action**, the latter occurring by coordinating lower-level actions according to the system structure and boundary conditions.

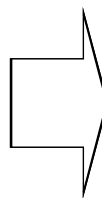
... segue >

George F.R. Ellis, "True complexity and its associated ontology",
in *Science and ultimate reality. Quantum Theory, Cosmology and Complexity*,
edited by Barrow, Davies, Harper for the Cambridge University Press, 2004 (pag. 608)

Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità

5. Living systems involve purposeful use of information to control physical functions in accord with higher-level goals. They are structured as **A) feedback control systems** that **B) can learn by C) capturing, storing, recalling, and analyzing information** which is used to set the system goals; this involves **D) pattern recognition** and **E) utilization of simplified predictive models**.

Figure:
hierarchy of structure and causation.
Each lower level underlies what happens
at each higher level,
in terms of physical causation.



Sociology/Economics/Politics
Psychology
Physiology
Cell biology
Biochemistry
Chemistry
Physics
Particle physics

George F.R. Ellis, "True complexity and its associated ontology",
in *Science and ultimate reality. Quantum Theory, Cosmology and Complexity*,
edited by Barrow, Davies, Harper for the Cambridge University Press, 2004 (pag. 608)

Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità

La natura, di norma, non ama le leggi di potenza*.
 Nei sistemi più comuni le grandezze seguono una curva a campana,
 e le correlazioni decrescono rapidamente secondo le leggi esponenziali.
 Ma tutto cambia se il sistema è costretto a subire una transizione di fase.
 In questo caso emergono le leggi di potenza:
 segno inequivocabile, in natura, che il caos sta facendo posto all'ordine.
 La teoria delle transizioni di fase ci dimostrò in modo forte e chiaro
 che la strada dal disordine all'ordine è tenuta insieme
 dalle potenti forze dell'auto-organizzazione e governata dalle leggi di potenza.
 Ci dimostrò che le leggi di potenza non sono un modo come un altro
 di definire il comportamento di un sistema.
 Sono l'autentico marchio di fabbrica dell'auto-organizzazione dei sistemi complessi.

** Le leggi di potenza esprimono in termini matematici il fatto che nelle reti del mondo reale la maggioranza dei nodi ha solo pochi link, e questi innumerevoli piccoli nodi coesistono con pochi grandi hub dotati invece di un numero eccezionalmente alto di link. (vedi anche legge di Pareto o legge 80/20 o reti a invarianza di scala)*

Albert-Laszlo Barabasi,
Link. La scienza delle reti,
 Einaudi 2004 (ed. orig. 2002) (pag. 84 e pag. 77)

Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità

Il viaggio di Dyson alla ricerca delle *origini della vita* muove da un'analisi storica delle teorie più significative sulla questione; poi, una volta individuate le due componenti essenziali dei sistemi viventi - metabolismo e replicazione, hardware e software - propone la sua ipotesi della "duplice origine".

(...)

L'autore elabora un modello matematico con il quale studiare il comportamento delle popolazioni molecolari nel momento della cruciale transizione, svelando paesaggi estremi e interessanti simmetrie nei territori di confine fra ordine e disordine, fra vita e morte.

L'ultima parte del libro è dedicata all'esplorazione delle implicazioni di più vasta portata del modello: come la necessità dei sistemi vitali - siano essi biologici, economici o culturali - di un **certo grado di inefficienza e approssimazione** che conferisca al sistema stesso la flessibilità, l'adattabilità e la creatività indispensabili per reagire a un ambiente in continuo cambiamento.

Essere un errore
 ed essere cancellato
 fa parte
 del disegno divino

William Blake, 1810

... dalla quarta di copertina di
 Freeman J. Dyson, *Origini della vita*, Bollati Boringhieri 2002
 (questa è la seconda edizione riveduta e corretta; la prima ed. originale risale al 1985)

Definizioni e riflessioni degli studiosi della complessità

... concludiamo questa lunga carrellata con il pensiero di tipo umanistico di Edgar Morin:

Ci sono due aspetti fondamentali della complessità che ritrovo fin dal principio; da un lato la natura multidimensionale del problema:

il *complexus* è veramente ciò che viene "tessuto insieme";

dall'altro lato le contraddizioni irriducibili che nascono da problemi profondi.

(...)

Ho adottato il termine *complessità* al culmine di un percorso preciso (...)

solo a partire dagli anni 1968-1970, quando ho aggiornato la mia cultura scientifica e biologica, ho scoperto un certo numero di teorie, alcune tratte dalla cibernetica,

altre sviluppate nella teoria dell'autorganizzazione, giungendo infine alla nozione di complessità.

(...)

Da questo percorso sono arrivato alla conclusione che, tanto per il pensiero

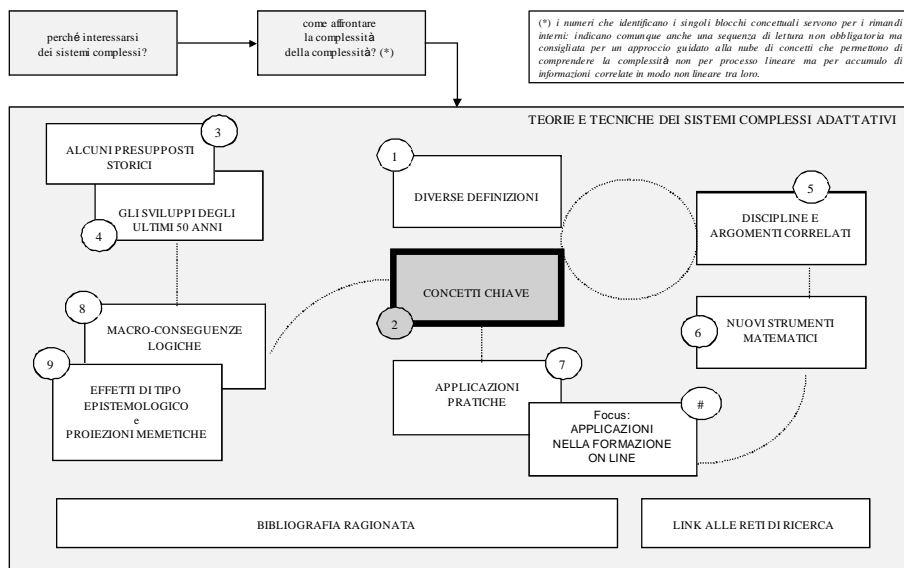
quanto per l'azione, esisteva una forma di complessità che per le persone significa

confusione, contraddizione, cioè qualcosa che non è possibile descrivere né spiegare.

A quel punto ho capito che la sfida stava esattamente là (...)

Edgard Morin, "Il complesso, ciò che è tenuto insieme",
intervista raccolta in *La teoria della complessità* di Réda Benkirane, Bollati Boringhieri 2007
(edizione originale: 2002) (pag. 19 e 20)

La nostra mappa logica



Primo *identikit* della complessità

*... ora analizziamo insieme i vostri elenchi:
vediamo le parole chiave principali che avete individuato ed estratto
dal flusso delle definizioni e delle riflessioni degli studiosi dell'area.*

Per ciascuna chiediamoci:

- *perché l'avete citata*
- *che significato date a ciascuna di loro...*

Primo *identikit* della complessità

E quindi andiamo a completare
questa panoramica NON sistematica sull'idea di complessità
con l'**elenco di parole chiave**
(o meglio di proprietà e caratteristiche dei sistemi complessi)
messo a punto ormai dieci anni fa (cfr. riquadro bibliografico qui sotto),
ma ancora in parte valido

nota:

*si tratta di item a volte ridondanti,
a volte invece non presenti contemporaneamente in tutti i sistemi complessi,
e a volte espressi in maniera non più attuale*

... dal Cap. 8 (intitolato "L'identikit di un sistema complesso")
di Formicai, imperi, cervelli. *Introduzione alla scienza della complessità*
di Alberto Gandolfi, pubblicato in prima edizione da Bollati Boringhieri nel 1999

Primo *identikit* della complessità

Elementi dell'*identikit* di un sistema complesso secondo Alberto Gandolfi:

- Alto numero di elementi
- Interazione non lineare fra gli elementi
- Effetti ritardati (nel tempo e nello spazio)
- Presenza di feedback negativi e positivi
- Struttura a rete
- Sistema aperto
- Sistema universale (ovvero si ritrovano sistemi analoghi su scale diverse)
- Sistema dinamico
- Sistema robusto
- Sistema creativo e innovativo
- Imprevedibile
- A sensibilità differenziata (presenza di punti critici all'interno del sistema)
- *Non controllabile*
- *Comportamento spesso discontinuo*
- Fenomeni di auto-organizzazione
- Strutturazione a livelli gerarchici
- Autonomia parziale degli elementi
- *Presenza di paradossi nel sistema* (p.es.: compresenza di stabilità e instabilità)

In corsivo le caratteristiche e le proprietà che si possono considerare ridondanti

Confrontiamo una a una le parole chiave da voi scelte con questo elenco ...

Estensione attuale delle parole della complessità

Ma questo *identikit* va preso solo come un primo approccio informale all'idea di sistema complesso.

Infatti entrano in gioco anche altri elementi molto importanti, come i concetti di:

- Centralità dell'informazione (a fianco di spazio+tempo e di energia+materia)
- Comprimità delle info per una definizione algoritmica della complessità
- Comprimità delle info per una riflessione sul binomio comprensione-compressione
- Reti a invarianza di scala (rif. specifico a studi di Barabasi e intervento di Villani)
- Approccio non riduzionista e non deterministico
- Entropia e sua inversione
- Turbolenza e transizione di fase
- Margine del caos ed emersione dell'ordine dal disordine
- Evoluzione e selezione naturale
- Importanza di imprecisioni ed errori per l'adattabilità (cfr errori di trascrizione nel Dna)
- Presenza di livelli gerarchici di complessità
- Autopoiesi e basi della vita (rif. specifico agli studi di Varela e Maturana)
- Vita (e intelligenza) naturale e artificiale (rif. alla First European Summer School 2010)
- Ruolo dell'osservatore in quanto sistema complesso esso stesso (limiti inevitabili, rapporto osservatore-oggetto osservato, interferenza dell'osservatore sull'osservazione)

E di nuovo confrontiamo una a una le parole chiave da voi scelte con quest'altro elenco ...

Le parole chiave della complessità

Riepiloghiamo quindi i concetti centrali, ovvero **le parole chiave della complessità** e in particolare quelle dei sistemi complessi adattativi.

Analizziamole e discutiamole una per una:

- Processi bottom-up
 - Numerosi elementi
 - Poche e semplici regole locali
 - Numerose connessioni fra gli elementi
- Non linearità
 - Feedback positivi (retroazione destabilizzante)
 - Feedback negativi (retroazione stabilizzante)
 - Effetto farfalla: grandi effetti da piccole cause
- Transizione di fase al margine del caos
 - Auto-organizzazione
 - Emersione dell'ordine dal disordine
- Evoluzione dei sistemi aperti
 - Strutture dissipative
 - Sistemi dinamici (non in equilibrio)
 - Evoluzione e selezione naturale

... e poi >>>

Le parole chiave della complessità

... e poi, di conseguenza, una prima serie essenziale di conseguenze e di concetti collaterali di cui va presa consapevolezza in maniera profonda:

- Abbandono del principio di "causa-effetto"
- Abbandono del concetto di "terzo-non-dato"
- Accettazione di imprevedibilità e indeterminazione (cfr. N.Taleb, Il cigno nero)
- Diversità fra complicato (spiegabile) e complesso
- Interferenza dell'osservatore
- Comprensione come compressione (di informazioni o di dati)

... che cosa può comportare questa serie di consapevolezze nuove nello sviluppo della scienza, nella visione del mondo da parte di noi osservatori che operiamo al suo interno, e nella costruzione razionale ed "esatta" delle tecnologie e delle previsioni scientifiche?

(cfr. Goedel, Hofstadter... e poi la parte conclusiva di questo seminario)

Come si parla oggi delle ricerche sulla (con la) complessità

Per completare e concludere questa panoramica sui concetti chiave di complessità è istruttivo dare uno sguardo alla variabilità dei titoli di conferenze, seminari e tavole rotonde tenute di norma al **Santa Fe Institute** (alcuni titoli presi a caso tra il 2008 e il 2010):

- Learning to Play Two-Player Games: Chaos, Cycles and Effects of Imperfect Adaptation
- Experimental RNA Virus Evolution
- Seeing Conflict In A New Light
- Reasoning, Perception and Beliefs in Strategic Settings: Theory, Behavior and Cognition
- The Organization of the Mental Lexicon
- Natural Information Processing and Structure in Quantum Systems
- The Geometry of Information as Mathematical Framework for Biology
- Grasping Language Origins: Hands, Brains, and Mirror Neurons
- Connections Matter. Communities of Links in Complex Networks
- New Developments in Statistical Mechanics of Money, Income, and Wealth
- The Future of Terrorism
- Dynamic Pathways in the Brain
- Explaining Change in Social Conventions: The History of the Rule of the Road (guida dx/sx)
- The Utility Fallacy and the Credit Crunch
- The Role of Entropy in Language and Communication

Come si parla oggi delle ricerche sulla (con la) complessità

... ed altrettanto istruttivo è dare un'occhiata a qualcuno dei siti universitari in cui si riportano i risultati degli studi in corso o si lanciano nuove ricerche sulla complessità dal punto di vista computazionale (complessità algoritmica, ecc.). Esempio:

- **Complexity Zoo** (http://qwiki.stanford.edu/wiki/Complexity_Zoo): un wiki su cui lavorano alcuni componenti del gruppo di ricerca "Complex Theory" del MIT CSAIL Theory of Computation Group del **MIT di Boston**, oltre a studiosi di **Stanford** e altre università americane. Si vedano in particolare:
 - La raccolta the **Petting Zoo** dedicata ai principianti: "will introduce complexity theory to newcomers unready for the terrifying and complex beasts lurking in the main zoo. It will be a gentler source of information about major complexity classes, problems, and reductions. It is meant to be self-contained and does not require previous knowledge of complexity theory"
 - Il glossario in progress **Complexity Zoo Glossary**: "On this page we collected terms that appear (or don't appear) throughout the Complexity Zoo, and that theoretical computer scientists tend to use without defining them, assuming everyone just knows what they mean"

Un tentativo di definizione di complessità

Chiudiamo questo primo percorso di apprendimento basato sull'accumulo di informazioni, idee, riflessioni sulla complessità con una nostra proposta di **definizione** o - meglio - di **descrizione ampia**:

“Un sistema complesso adattativo si ha quando...”

scriviamolo insieme

e/o vediamo qui di seguito la mia personale (e opinabile) proposta:

- ✓ *analizzando insieme parola per parola,*
- ✓ *aggiustando espressioni che non vi convincono,*
- ✓ *aggiungendo insieme concetti utili,*
- ✓ *eliminando insieme ridondanze superflue...*

Un tentativo di definizione di complessità**Primo punto:**

Un sistema complesso adattativo si ha quando si mettono insieme tantissimi elementi (semplici o complessi a loro volta) connessi tra di loro in una rete di azioni e retro-azioni (feedback, loop, non linearità del sistema) regolate da leggi locali semplici, e quando nel suo insieme il sistema si trova in uno stato fuori dall'equilibrio (uno stato dinamico, turbolento, al margine del caos) e in una condizione di scambio con l'ambiente (sistema aperto, dissipativo).

Un tentativo di definizione di complessità

Secondo punto:

Osservando questo tipo di sistemi,
in qualunque campo delle scienze o delle discipline ci troviamo,
si riscontrano delle caratteristiche ricorrenti, tra cui ricordiamo in particolare:

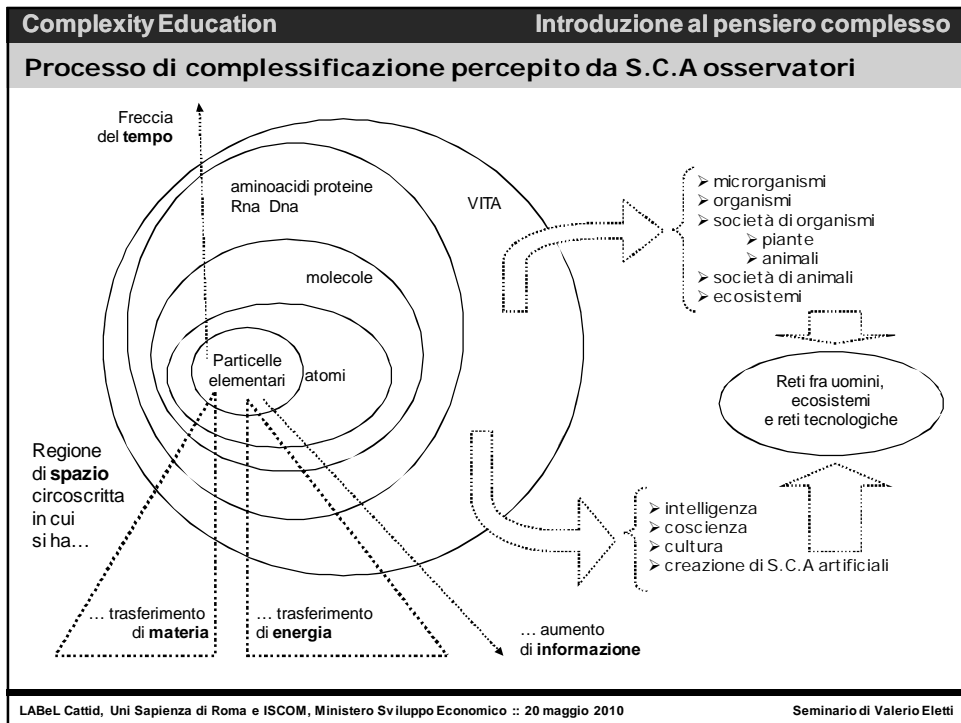
- ❑ Inversione del processo entropico, con la creazione di ordine invece della naturale tendenza al disordine in un'area limitata nel tempo e nello spazio (sistema più ambiente, nel loro insieme, continuano invece a rispettare la seconda legge della termodinamica, per cui l'entropia totale cresce)
- ❑ Scomparsa della relazione lineare e diretta fra cause ed effetti, per cui non sono prevedibili gli accadimenti, le configurazioni e gli sviluppi del sistema nel tempo (effetti differiti) e nello spazio (localizzazione probabilistica degli effetti)

Un tentativo di definizione di complessità

... segue il **Secondo punto:**

- ❑ Emersione a livello di sistema di caratteristiche non prevedibili dall'osservazione dei singoli elementi (il tutto è maggiore della somma delle parti)
- ❑ Capacità di generare nel tempo gerarchie via via superiori di complessità
particelle elementari > atomi > molecole > aminoacidi > proteine > Rna > Dna
... da cui ciò che chiamiamo vita:
cellule > microrganismi > esseri pluricellulari e organi > piante, animali >
forme base di intelligenza > società > ecosistemi
... e nello specifico ambito che ci riguarda come specie umana:
cervello > mente, pensiero, coscienza
... da cui derivano nuovi sistemi complessi "artificiali"
come il mercato finanziario, l'organizzazione aziendale, la politica, l'urbanistica,
i sistemi delle conoscenze (sistemi culturali e memetici),
le reti informatiche, la vita e l'intelligenza artificiale

... fino alla eventuale (probabile) emersione di un nuovo organismo,
vivente e cosciente, di scala superiore alla nostra?



Complexity Education **Introduzione al pensiero complesso**

Un tentativo di definizione di complessità

Terzo punto:
 da queste considerazioni consegue immediatamente la risposta alla prima domanda che ci siamo fatti: perché occuparsi di sistemi complessi?

Perché noi stessi siamo sistemi complessi adattativi, formati da sistemi complessi adattativi, immersi in ambienti costituiti da sistemi complessi adattativi in continua iterazione tra loro e in permanente adattamento evolutivo ai rispettivi ambienti.

Non solo:
 grazie alle capacità emerse dalla complessità delle sinapsi del nostro organo cervello, siamo in grado di creare e aggiungere nuovi sistemi complessi adattativi all'ambiente in cui viviamo;
 e siamo in grado di osservare (e in parte "comprendere") alcune delle gerarchie di complessità che si trovano "sotto" e "sopra" la nostra...

***Nota:** nonostante tutto ciò il riduzionismo, il determinismo, l'approccio lineare e semplificante ai problemi restano e resteranno strumenti principi nella scala temporale e spaziale in cui ci muoviamo come esseri viventi nel quotidiano*

LABeL Cattid, Uni Sapienza di Roma e ISCOM, Ministero Sviluppo Economico :: 20 maggio 2010 Seminario di Valerio Eletti

Complexity Education **Introduzione al pensiero complesso**

La nostra mappa logica

... e passiamo ora a una carrellata veloce su aspetti **non** centrali per i nostri attuali interessi: quelli degli item 3, 4, 5 e 6

come affrontare la complessità della complessità? (*) ← perché interessarsi dei sistemi complessi?

TEORIE E TECNICHE DEI SISTEMI COMPLESSI ADATTATIVI

BIBLIOGRAFIA RAGIONATA LINK ALLE RETI DI RICERCA

LABeL Cattid, Uni Sapienza di Roma e ISCOM, Ministero Sviluppo Economico :: 20 maggio 2010 Seminario di Valerio Eletti

Complexity Education **Introduzione al pensiero complesso**

Seminario di apertura

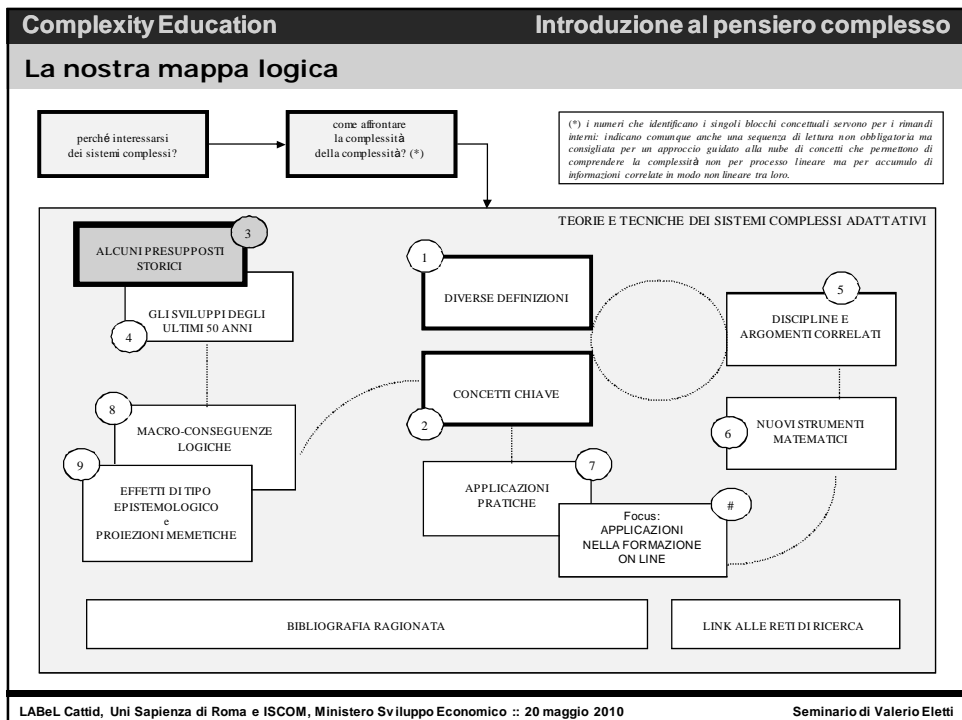
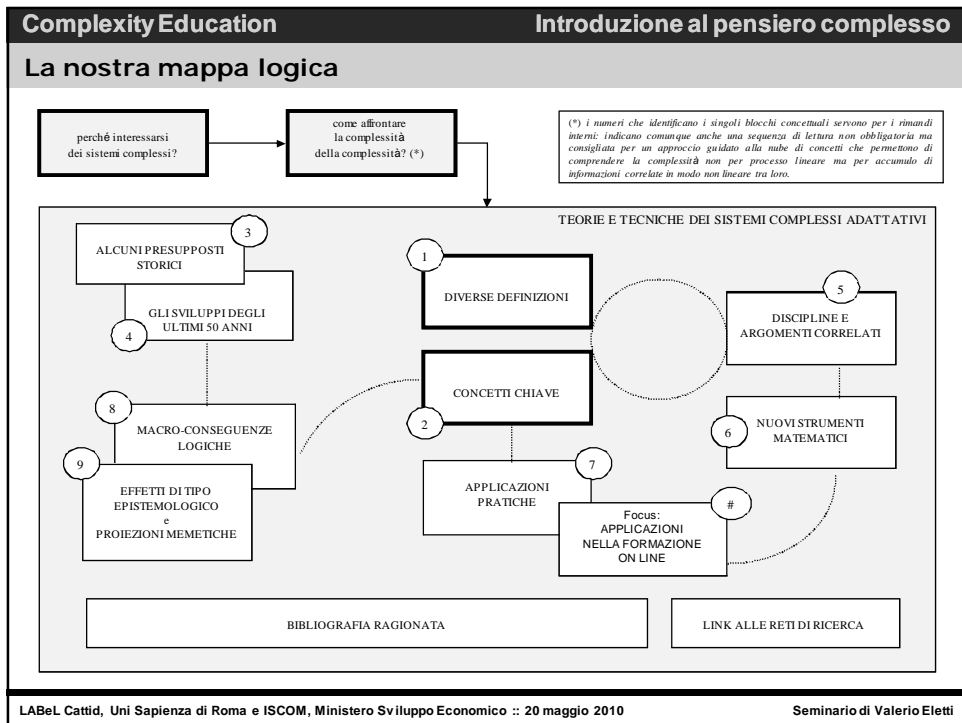
ISCOM
 Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione
 Ministero dello Sviluppo Economico, Dipartimento per le Comunicazioni
 Viale America 201, Roma

**INTRODUZIONE GENERALE
 ALLA
 COMPLESSITA'**

Valerio Eletti
 Label Cattid, Università Sapienza di Roma

Roma, 20 maggio 2010 **2a parte**

LABeL Cattid, Uni Sapienza di Roma e ISCOM, Ministero Sviluppo Economico :: 20 maggio 2010 Seminario di Valerio Eletti



Alcuni presupposti storici del concetto di complessità

Non linearità, retroazione degli effetti, emersione dell'ordine dal disordine, auto-organizzazione, e vari altri concetti chiave della attuale visione dei sistemi complessi adattativi sono stati affrontati da sempre nella storia sia occidentale che orientale.

Per esempio nell'**antica Grecia** possiamo rileggere in quest'ottica Platone (il disvelarsi della complessità è ben descritto dal "mito della caverna") o Eraclito (Remo Bodei: "Secondo Eraclito, la natura delle cose ama nascondersi e quella che lui chiama l'armonia o la trama di rapporti nascosta è più forte della trama manifesta").

Nell'**antica Cina** già quattro secoli prima di Cristo vediamo emergere elaborate nozioni di complessità negli scritti di Sun Bin e di Sun Tzu sull'*Arte della guerra* (comprendere il reale consente di anticipare l'evoluzione e pertanto anche di trarne vantaggio)



Il Taijitu, simbolo del concetto di Yin e Yang ricorrente nel Confucianesimo e nel Taoismo

"... Il comandante saggio adotta sempre la visione d'insieme: pur nella massima confusione, egli sa discernere l'ordine che viene comunque generato dal caos..."
edizione Mondadori 2003 de "L'arte della guerra", p. 93

Alcuni presupposti storici del concetto di complessità

Se guardiamo poi ai secoli che vanno dal **Medioevo al Settecento in Europa**, troviamo moltissimi spunti e riflessioni che rimandano in qualche modo ai concetti chiave utilizzati oggi per affrontare la complessità:

... dall'*arte combinatoria* di **Ramon Llull** (Raimondo Lullo, 1235-1315), in cui alcuni studiosi oggi individuano l'origine di varie influenze sugli sviluppi del calcolo computazionale e dell'intelligenza artificiale...



... alla *monadologia* di **Gottfried Leibniz** (1646-1716) (la diversificazione di un unico ente che si individua in tante monadi: le monadi differiscono tra loro per la diversa quantità di coscienza che ogni monade ha di sé e di Dio al suo interno).

Alcuni presupposti storici del concetto di complessità

La fine del **Settecento** e tutto l'**Ottocento** vedono un fiorire di pensieri che ruotano intorno ai concetti di complessità dai punti di vista più vari:

- da **Charles Darwin** con le sue **teorie dell'evoluzione** basate sulla selezione naturale di mutazioni casuali
- a **Rudolf Clausius** e **Ludwig Boltzmann** con il secondo principio della termodinamica, l'idea di entropia e la sua definizione in forma statistica come **misura del grado di disordine di un sistema chiuso**

Ma anche nella letteratura e nell'arte troviamo posizioni interessanti a questo proposito:

- dal razionale e rigoroso **von Clausewitz**, per cui la guerra è ciò che devia sempre, nel corso delle operazioni, da quanto si è progettato
- ai romantici inglesi e tedeschi che contrappongono la visione "rigida" della scienza classica alla visione romantica - complessa e indicibile - della natura, come **Goethe** o come **William Blake**, che scrive "may God us keep from *single vision* and Newton sleep" per esprimere la sua opposizione al paradigma meccanicistico di **Newton**, che comunque continuerà ad essere alla base di tutta la scienza fino al Novecento e di tutta la tecnologia fino ai nostri giorni (e oltre).

un sintetico excursus storico si trova nel 1° capitolo dell'agile volumetto di De Toni e Comello intitolato **Viaggio nella complessità**, pubblicato nella collana dei Saggi Marsilio nel 2007

Alcuni presupposti storici del concetto di complessità

Ma sono gli anni **dall'inizio del Novecento alla Seconda guerra mondiale** che preparano il terreno per la svolta che si avrà poi nella seconda metà de secolo. Abbiamo in questo mezzo secolo cambiamenti epocali di paradigma in varie discipline.

Ricordiamo qui velocemente solo qualcuno degli esempi più significativi:

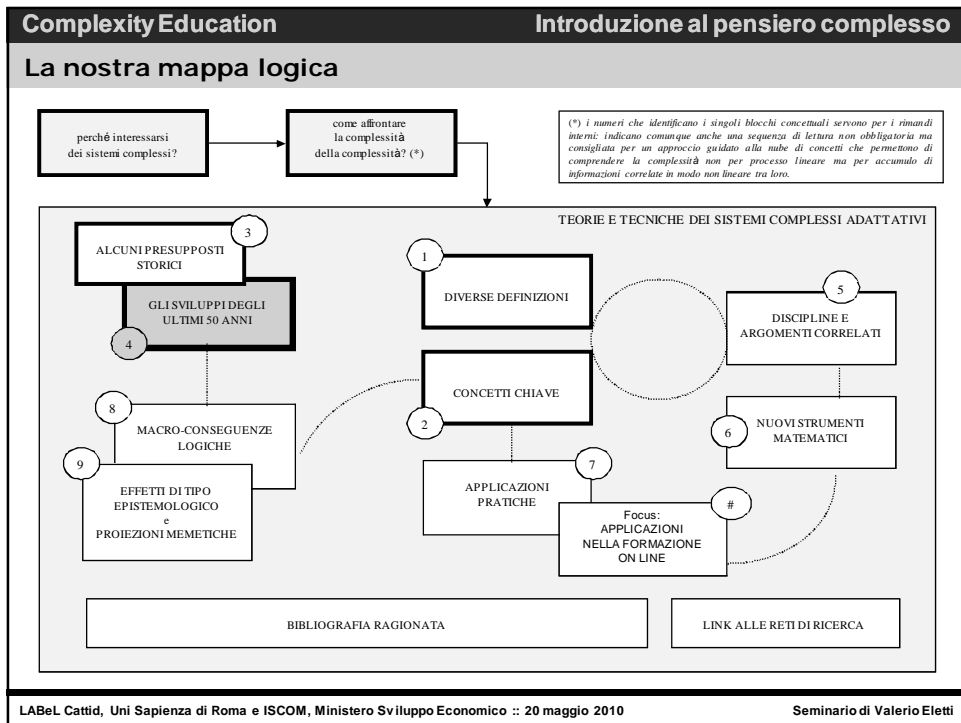
In **fisica** abbiamo tra gli altri:

- **Einstein** con il suo spostamento dei confini di validità della fisica classica,
- **Heisenberg** con il principio di indeterminazione e le basi per la meccanica quantistica
- **de Broglie** con il dualismo onda-particella e le teorie della meccanica ondulatoria

Nel campo della **matematica**, della **logica** e dell'**epistemologia** si possono ricordare:

- **Bertrand Russell**, con la sua idea di inconoscibilità diretta di ogni cosa che ricada fuori dalle nostre percezioni, e poi con il lavoro svolto con Wittgenstein
- **Hilbert** con la sua visione della matematica come attività autonoma del pensiero e con i suoi importanti contributi all'analisi funzionale
- e soprattutto **Goedel**, con i suoi teoremi di incompletezza che provarono che nessun sistema logico finito può risolvere dentro di sé tutte le verità della matematica

... senza entrare nel merito degli studi che si aviarono in quegli stessi anni in queste stesse direzioni anche in **biologia**, in **medicina**, in **antropologia** e in **psicologia**.



Complexity Education **Introduzione al pensiero complesso**

Studi sulla complessità: gli ultimi sessant'anni

Per ora diamo qui solo una sintesi estrema con alcuni dei punti di riferimento da sviluppare, in seguito, sul piano storico ed epistemologico:

Anni Quaranta-Cinquanta

- Cybernetica e pensiero sistemico (Wiener, von Neumann: Macy Conferences)
- La teoria dell'informazione (Wiener, Shannon)
- La teoria dei sistemi, l'approccio sistemico (von Bertalanffy)
- Le basi degli studi sull'intelligenza artificiale (Turing)

Anni Sessanta

- La rappresentazione distribuita della conoscenza e la "società della mente" (Minsky)
- L'effetto butterfly, la teoria del caos (Lorentz al MIT)
- Complessità algoritmica (Kolmogorov, Chaitin, Solomonoff)

Anni Settanta

- Il concetto di complessità, l'evoluzione dei sistemi aperti (Prigogine)
- Il trasferimento dei concetti di caso, sistemi dinamici e complessità nella sfera sociologica, politica, antropologica (Morin)
- ... e nella sfera della medicina e della biologia (Monod)

LABeL Cattid, Uni Sapienza di Roma e ISCOM, Ministero Sviluppo Economico :: 20 maggio 2010 Seminario di Valerio Eletti

Studi sulla complessità: gli ultimi sessant'anni

... e poi, fino ai nostri giorni:

Anni Ottanta

- Sintesi e simulazione dei sistemi viventi - vita artificiale (Langton)
- Sistemi complessi adattativi, emergenza dell'ordine in natura, nei modelli matematici e in economia (Santa Fe Institute: Gell-Mann, Arthur, Kauffman, Holland)

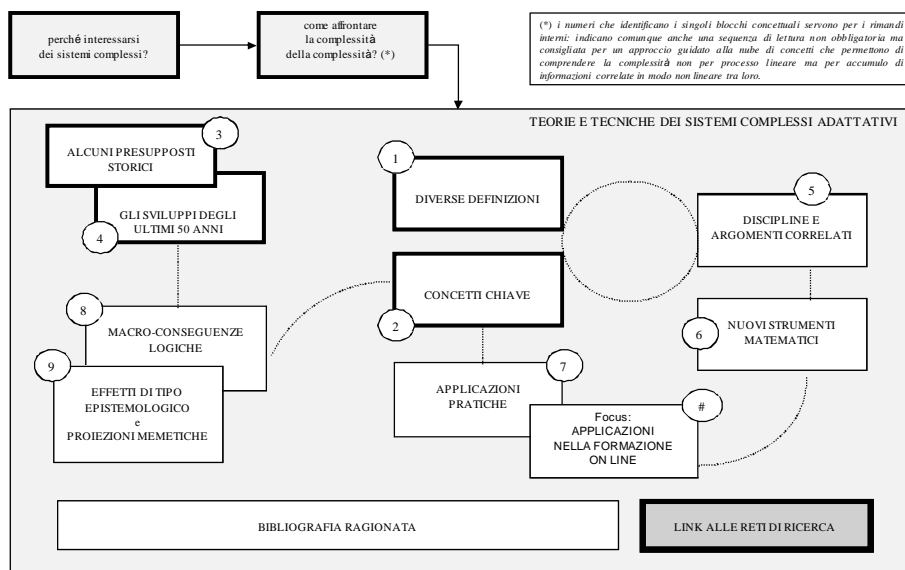
Anni Novanta

- La teoria delle reti e l'invarianza di scala nell'epidemiologia (Barabasi)
- La Sync Science in neurologia e nelle scienze naturali (Strogatz)

Dopo il Duemila

- Studi e ricerche in corso presso vari centri internazionali (nascono nuovi centri come Necsi a Boston, e il CSS in Europa)
- Applicazioni diffuse delle teorie della complessità e degli algoritmi genetici all'urbanistica, alla meteorologia, alle discipline economiche e finanziarie...
- ... e in particolare al **management** (e per traslato alla **formazione** in azienda)

La nostra mappa logica



Link alle reti di ricerca internazionali

Ecco i riferimenti di alcuni dei più significativi centri di ricerca internazionali sulla complessità:

Negli Usa

- ❑ **SFI - Santa Fe Institute**, New Mexico, US, fondato nel 1984
è tuttora il fulcro della ricerca interdisciplinare;
link: <http://www.santafe.edu>
- ❑ **NECSI - New England Complex Systems Institute**, Boston, fondato nel 2000,
si può considerare l'equivalente del SFI sulla costa orientale degli Usa
link: <http://necsi.org>

In Europa

- ❑ **CSS - Complex Systems Society**, attivato dalla Comunità Europea nel 2004,
raccoglie alcuni dei più attivi centri di ricerca europei sulla complessità
link: <http://css.csregistry.org>
- ❑ **ISC - Institut des Systemes Complexes**, Parigi, è socio del CSS;
è l'ente più attivo in Europa per quanto riguarda la formazione interdisciplinare
link: <http://iscpif.csregistry.org>

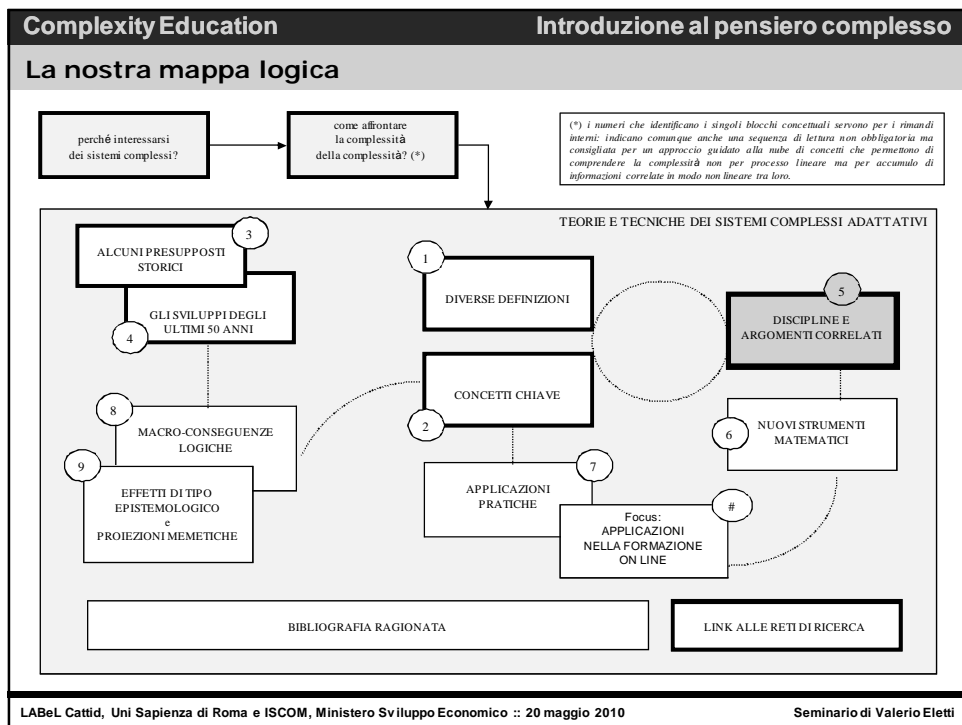
Link alle reti di ricerca nazionali

In Italia

esistono per ora solo pochi centri di ricerca locali, poco coordinati tra loro, che fanno capo a singole Facoltà universitarie o a dipartimenti CNR. I più attivi oggi sono:

- ❑ **CeRiCo - Centro di Ricerche sulla Complessità** dell'Università LIUC di Castellanza
in cui lavorano studiosi come Gianluca Bocchi e Alberto De Toni;
link: <http://www.liuc.it/cmgenerale/default.asp?ssito=18&codice=1>
- ❑ **CSDC - Centro Studi Dinamiche Complesse**,
centro Interdipartimentale dell'Università di Firenze diretto da Roberto Livi
in collegamento con analoghi Centri di Siena, Pisa, Bologna e Milano
link: <http://www.csdc.unifi.it/>
- ❑ **ISC - Istituto dei Sistemi Complessi CNR**, Roma,
fondato nel 2004, diretto da Luciano Pietronero
link: <http://www.isc.cnr.it/>

Ci sono poi altri centri che si occupano di complessità, come la Fondazione ISI di Torino, l'Università di Modena e Reggio Emilia (cfr. progetto Cetra, Learning Complexity), le Università di Roma Tor Vergata (con "La Nuova Critica" diretta da Arturo Carsetti), e Sapienza, e poi le Università di Udine, di Bologna, di Bergamo (con Mauro Ceruti), ecc



Complexity Education **Introduzione al pensiero complesso**

Discipline interessate e argomenti correlati

Ancora una carrellata sintetica e parziale, solo per dare l'idea della vastità e della trasversalità delle implicazioni portate dalle teorie della complessità e dagli algoritmi genetici nelle più svariate discipline e campi di studio e/o di applicazione:

- ❑ **Matematica, Fisica e Informatica**
 - matematica sperimentale
 - soft computing
 - algoritmi genetici ecc (cfr blocco 6: "nuovi strumenti matematici")
 - sistemi dinamici
 - teorie del caos
 - vita artificiale
 - automi cellulari
 - intelligenza artificiale
 - agenti intelligenti
 - calcolo non lineare
 - reti complesse
 - studi epidemiologici
- ❑ **Ingegneria gestionale**
- ❑ **Progettistica evolutiva**

... segue >

LABeL Cattid, Uni Sapienza di Roma e ISCOM, Ministero Sviluppo Economico :: 20 maggio 2010 Seminario di Valerio Eletti

Discipline interessate e argomenti correlati

... segue:

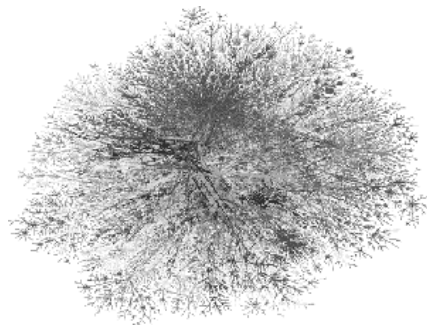
- Filosofia della scienza**
 - epistemologia bayesiana (Festa)
 - epistemologia della complessità (Ceruti)
- Biologia, neuroscienze, genetica, bio-ingegneria e medicina**
 - autopoiesi (Maturana e Varela)
 - teorie della mente (Minsky)
 - science of sync (Strogatz)
 - ... e tutto l'ampio spettro degli studi sulla genetica
- Sociologia, psicologia, pedagogia e scienze della comunicazione**
 - connective knowledge (Dowens / Calvani)
 - intelligenza collettiva e connettiva (Levy e de Kerckhove)
 - memetica (Balckmore e Dawkins)
 - simulazioni laboratoriali e didattiche

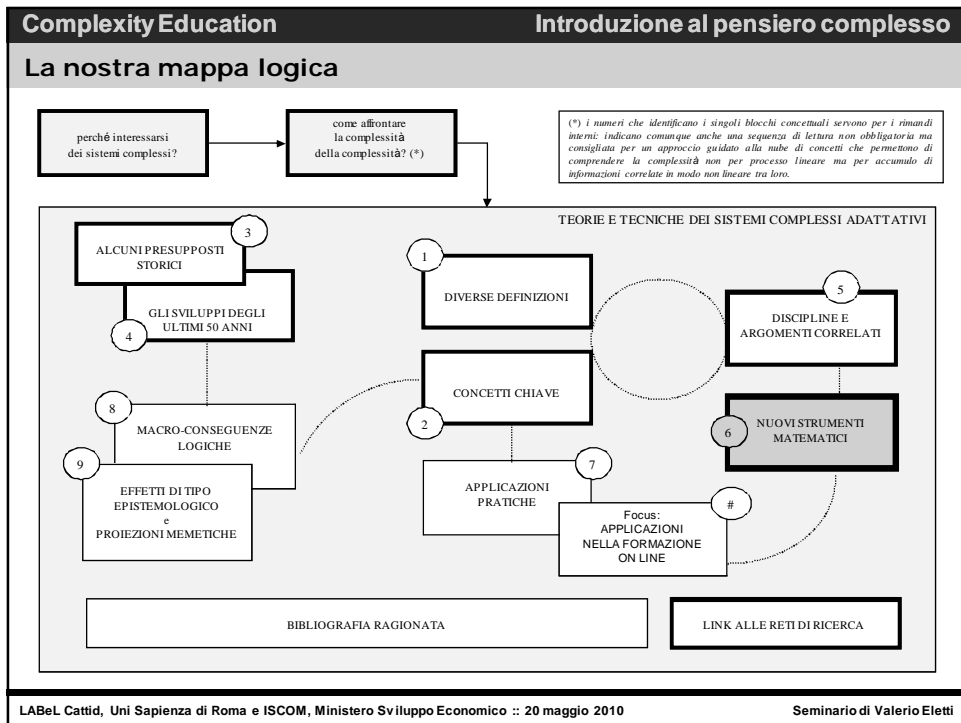
... segue >

Discipline interessate e argomenti correlati

... segue:

- Economia, organizzazione**
 - analisi delle competenze
 - change management (progetto Cetra)
 - knowledge management
 - teoria dell'incertezza (Taleb)
- Urbanistica e studi dei flussi di traffico**
- Ecologia e studi ambientali**
- Meteorologia e studi dei flussi atmosferici**
- Epidemiologia**
 - naturale
 - Informatica
- ...





Complexity Education **Introduzione al pensiero complesso**

Nuovi strumenti matematici

Per completare questa parte generale, diamo un cenno ai nuovi strumenti matematici nati (o sviluppatasi) nell'ambito degli studi sulla complessità ed oggi utilizzati anche in settori disciplinari specifici per la soluzione di problemi anche non complessi:

- Soft computing**
 - Reti neurali,
 - Self-Organizing Maps (SOM)
 - Reti neuro-fuzzy
 - Algoritmi genetici
 - Calcolo evolutivo (swarm intelligence)
- Grafi e reti di Petri**
 - reti di Bayes (grafo aciclico orientato)
- Funzioni e gruppi Hamiltoniani**
- Teoria perturbativa**
- Trasformata Wavelet, ecc ...**

Semplice rete neurale
 stato di ingresso stato di uscita

Per avere un'idea di ciò che si può fare con sistemi adattativi come le reti neurali, si veda per esempio questo sito:
<http://www.peltarion.com/products/synapse/>

E si clicchi poi su "Applications. What are adaptive systems used for"

I seminari di Villani e Panella daranno una panoramica esaustiva seppur generale

LABeL Cattid, Uni Sapienza di Roma e ISCOM, Ministero Sviluppo Economico :: 20 maggio 2010 Seminario di Valerio Eletti

Seminario di apertura

ISCOM
 Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione
 Ministero dello Sviluppo Economico, Dipartimento per le Comunicazioni
 Viale America 201, Roma

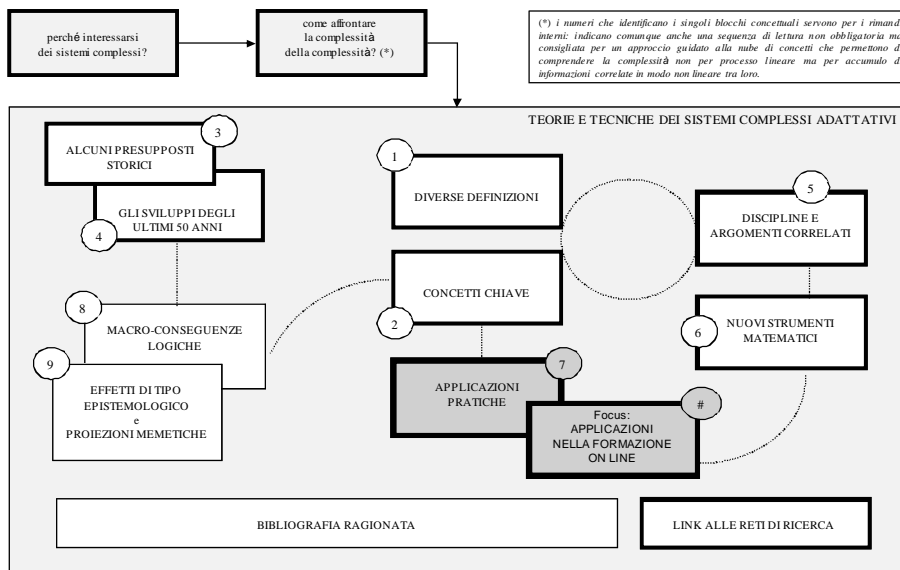
INTRODUZIONE GENERALE ALLA COMPLESSITA'

Valerio Eletti
 Label Cattid, Università Sapienza di Roma

Roma, 20 maggio 2010



La nostra mappa logica



Applicazioni

Nella loro architettura,
le reti sociali risultano quasi identiche al World Wide Web
(...) Reti che si sono sviluppate in condizioni diverse
per venire incontro a esigenze del tutto diverse
presentano quasi la stessa struttura.
Come mai?

Oggi una nuova teoria delle reti
contribuisce a rispondere all'interrogativo
e consente ai ricercatori di qualsiasi settore della scienza
di **affrontare** alcuni dei problemi più difficili e importanti (...) **e comprendere** la sottile e intricata
alchimia organizzativa delle reti molto complesse.

Mark Buchanan

*Nexus. Perché la natura, la società, l'economia, la comunicazione
funzionano allo stesso modo*, Mondadori 2003 (ed. originale 2003), pag. 8 e 9

Applicazioni

Ci sono ormai numerosi esempi di **applicazioni**
delle metodologie e delle riflessioni sui sistemi complessi adattativi
a problemi attuali, nei campi più diversi.

Una tipica applicazione di strumenti emersi da questi studi,
i cosiddetti **algoritmi genetici o evolutivi**, riguarda il **percorso di ottimizzazione**
di un processo o prodotto:

la ricerca delle soluzioni ottimali a problemi complessi, tra i quali:

*la programmazione del traffico aereo, le previsioni meteorologiche,
il bilanciamento dei portafogli azionari,
e l'ottimizzazione delle combinazioni di farmaci,
oltre che la progettazione di ponti,
di circuiti elettronici e sistemi di controllo robotizzati^(*)*

Vediamo prima un po' più da vicino un paio di esempi
e poi daremo qualche accenno sulla struttura dell'algoritmo genetico
che si utilizza a questo fine e cercheremo di applicarla a uno degli esempi concreti,
rimandando ai seminari dei Prof. Villani e Panella la trattazione sistematica.

(*) David P.Mindell, "Evoluzione e tecnologia", in *Le Scienze* n° 486, febbraio 2009, pag. 87

Applicazioni

Esempio 1. **Agli albori delle applicazioni degli algoritmi genetici ...**

2003. Nel campo dell'elettronica la programmazione genetica è riuscita a ricreare autonomamente 15 invenzioni già sotto brevetto. Sei di queste 15 invenzioni hanno ricevuto il brevetto dopo il gennaio 2000. Alcune delle invenzioni prodotte in modo automatico rappresenterebbero, se fossero applicate, una violazione dei brevetti già esistenti. Altre rappresentano nuove invenzioni che hanno la stessa funzione del dispositivo originario, ma ottenuta in maniera diversa. Una, infine, rappresenta un perfezionamento dell'invenzione originaria. La progettazione genetica ha anche classificato sequenze proteiche e ha prodotto risultati competitivi con l'uomo in molti campi, come la progettazione di antenne, algoritmi matematici e sistemi di controllo.

L'evoluzione non sa nulla della matematica sottostante, semplicemente cerca di produrre una sequenza di risultati via via migliori. Così, dal processo evolutivo, a volte si ottengono soluzioni creative che progettisti umani non riuscirebbero mai a produrre (*)

(*) adattato da Koza, Kane e Streeter, **L'evoluzione delle invenzioni**, in "Le Scienze" n° 415, Marzo 2003

Applicazioni

Esempio 2. **Ai giorni nostri...**

2009.
La programmazione genetica approda a volte a soluzioni molto diverse da quelle progettate dagli esseri umani.

Per fare un esempio, un calcolo evolutivo per determinare le orbite delle costellazioni di satelliti di comunicazione allo scopo di minimizzare la perdita di segnale da parte di ricevitori collocati al suolo ha identificato configurazioni orbitali insolitamente asimmetriche, con divari variabili tra i percorsi dei singoli satelliti.

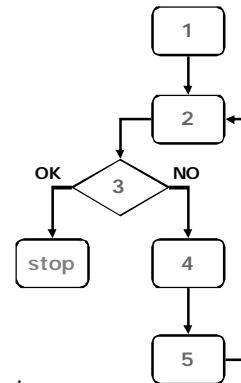
Queste costellazioni evolute in modo ottimale hanno offerto prestazioni migliori rispetto alle disposizioni simmetriche solitamente adottate dai progettisti (*).

(*) David P. Mindell, "Evoluzione e tecnologia", in Le Scienze n° 486, febbraio 2009, pag. 87

Applicazioni

Vediamo ora la struttura base (*)
dell'applicazione di un algoritmo genetico:

1. Generare una popolazione di possibili soluzioni
2. Valutare l'attitudine, o l'idoneità, di ciascuna possibile soluzione
3. Se una qualsiasi possibile soluzione risponde a tutti i criteri prefissati, interrompere il processo
4. Altrimenti selezionare gruppi di individui relativamente idonei nella popolazione a essere "genitori"
5. Sottoporre i genitori a modifiche mutazionali e alla ricombinazione "sessuale" dei loro tratti per produrre una nuova popolazione di possibili soluzioni
6. Ripetere quindi la fase 2 e ripartire da lì.



(*) adattato da David P.Mindell, "Evoluzione e tecnologia", in Le Scienze n° 486, febbraio 2009

Applicazioni

Abbiamo detto che si possono anche "progettare circuiti elettronici" usando algoritmi genetici... come è possibile?

Proviamo a fare delle ipotesi sulla base di quanto abbiamo visto finora, e in particolare in base al diagramma di flusso a sei step appena visto...

E, dopo aver esaminato e discusso le vostre ipotesi, vediamo - con un esempio concreto - come sia stato possibile sviluppare evolutivamente la progettazione di un filtro passa-basso(*)...



(*) il filtro passa-basso è utilizzato nei sistemi hi-fi per indirizzare verso il woofer degli altoparlanti solo le frequenze più basse

Applicazioni

La prima popolazione dell'ambiente evolutivo virtuale del filtro passa-basso è costituita da circuiti "embrionali" con un singolo cavo che va dall'input all'output;

ciascun circuito embrionale cresce per applicazione progressiva di funzioni (con aggiunta di componenti elettronici e/o con modifiche alle connessioni fra input e output);

il processo di sviluppo fornisce sia la topologia del circuito sia le dimensioni del componente;

il sistema compone automaticamente i circuiti senza utilizzare alcun know how avanzato nel campo dell'ingegneria elettronica;

pressoché nessun individuo della popolazione iniziale di circuiti rudimentali generati in modo casuale si comporta come un filtro passa-basso;

alcuni, tuttavia, conterranno un induttore tra l'input e l'output, impedendo così debolmente le frequenze più elevate...

Applicazioni

... altri avranno un condensatore che va dall'input alla messa a terra, e deriveranno quindi per caso debolmente l'energia delle frequenze più alte;

questi circuiti vengono selezionati per accoppiarsi con più frequenza degli altri;

così le generazioni successive comprenderanno una progenie che incorpora entrambe le caratteristiche;

agendo su valori numerici, le operazioni di incrocio e di mutazione adattano via via i valori del componente in modo che la frequenza di taglio si avvicini ai desiderati 100 Hz;

... altri incroci e mutazioni cancelleranno poi i resistori che dissipano energia

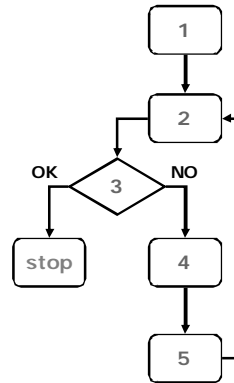
... altri ancora raddoppieranno la combinazione induttore-condensatore, ecc.^()*

Il risultato finale è stato superiore a quelli ottenuti da progettisti tradizionali.

(*) adattato da Koza, Kane e Streeter, "L'evoluzione delle invenzioni", in "Le Scienze" n° 415, Marzo 2003

Applicazioni

Proviamo a ricollocare punto per punto ciascuno degli step descritti nell'esempio dentro il diagramma a sei step della struttura base dell'applicazione di un algoritmo genetico



... e poi chiediamoci:
ci sono differenze significative
rispetto alla selezione naturale?

(cfr. la prima nota della slide successiva)

Applicazioni

In conclusione di questo excursus su una tipologia di applicazioni propongo **due note di riflessione**:

1. L'evoluzione per l'ottimizzazione di un prodotto e di un processo non è una libera evoluzione sottoposta a una selezione naturale legata alle mutazioni casuali, ma una "evoluzione guidata" in cui il team di esperti applica una azione da "deus ex machina" facendo estinguere gli individui - a loro giudizio - non utili al raggiungimento dello scopo e rimettendo in gioco - attraverso la riproduzione sessuata - le qualità degli individui ritenuti più adatti (o comunque più interessanti - di nuovo a giudizio del team - per il fine da raggiungere) per ciascuna generazione... è una differenza significativa?
2. E poi una meta-valutazione: la necessità di riferirsi a testi di divulgazione (come abbiamo fatto nel corso di questo seminario di apertura del ciclo "Complexity education") per poter avvicinare i temi della complessità senza perdersi nel labirinto dei dettagli delle *technicalities* negli specifici campi di studio e ricerca è adatto allo scopo o esistono altri percorsi formativi efficaci?
Domanda aperta di cui io non ho la risposta... discutiamone insieme

Applicazioni nella formazione on line

Tra le tante applicazioni delle teorie della complessità e degli algoritmi genetici, come l'analisi delle sequenze del Dna (prof. Arneodo),

l'interpretazione delle immagini in medicina (ecografie, tomografie, raggi X),

la simulazione preventiva della diffusione di pandemie (prof. Doursat),

le simulazioni di traffico e distribuzione dei centri commerciali (Università di Bologna),

focalizziamo la nostra attenzione sul campo della formazione.

... quali possono essere le applicazioni dei concetti e degli algoritmi che abbiamo visto all'interno di percorsi di apprendimento, e in particolare di quelli facilitati o "aumentati" dalle nuove tecnologie?

Applicazioni nella formazione on line

Possiamo rispondere che:

da alcuni decenni la formazione, in quanto inserita in **una visione cognitivista e socio-costruttivista dell'apprendimento**, rientra agevolmente e quasi automaticamente nei paradigmi della complessità, della rete, della retroazione, dei processi bottom-up...

Altra risposta possibile potrebbe essere la proposta del modello di:

applicazioni di **agenti intelligenti** o di **sistemi a multiagenti**, di cui si parla in particolare per la facilitazione nella navigazione tra i contenuti...

Ma nel concreto

ci sono due applicazioni che si usano già da qualche anno nella progettazione di unità didattiche digitali di alta efficacia e gradimento:

si tratta di quelle relative alla realizzazione dei **motori delle simulazioni**,

sia nel campo delle **Lab Sim**

sia in quello delle **Tale Sim**.

Applicazioni nella formazione on line

Vediamo di chiarire questi termini,
in modo da allinearci anche sul significato
che diamo alla parola *simulazione* all'interno di un percorso formativo.

Ricordiamo che la simulazione viene usata principalmente per:

- la comprensione di fenomeni,
- la previsione di sviluppi di fenomeni,
- il supporto alla decisione,
- la formazione di tipo *learning by doing* (imparare facendo),
- l'intrattenimento

Una esauriente e sintetica tassonomia delle simulazioni e dei serious games
si trova on line in due articoli scaricabili in italiano o inglese dal sito della rivista scientifica Je-LKS
(<http://je-lks.maieutiche.economia.univr.it/index.php/Je-LKS/issue/view/17>);
V. Eletti, "Editoriale",
e B. Botte et al., "Serious games tra simulazione e gioco"

Applicazioni. Cosa sono le Tale Sim**Tale Sim****caratteristiche:**

- simulazioni da abitare, vivere, percorrere, esplorare, personalmente (in soggettiva o sottoforma di avatar)
- l'utente è l'attore (o uno degli attori) della storia e/o dell'ambiente da esplorare;
- si tratta di un percorso formativo esplicito (al contrario che nelle Lab Sim);
- l'apprendimento può passare
 - o attraverso la navigazione personale all'interno di una storia e/o di un ambiente virtuale (più o meno immersivo);
 - o attraverso l'interazione in rete con altre persone o avatar nell'ambiente;
- la fase di apprendimento a volte (ma non sempre) è conclusa con un debriefing.

parole chiave:

- simulazione come palcoscenico, teatro
- simulazioni partecipate
- esperienze personali simulate

Applicazioni. Cosa sono le Tale Sim

Tale Sim

modello (motore):

- basato su percorsi ad albero o tabella
- basato su sistemi dinamici (sistemi di 'n' equazioni in 'n' variabili)
- basato su reti bayesiane
- ... di norma non si usa nessun modello basato su automi cellulari

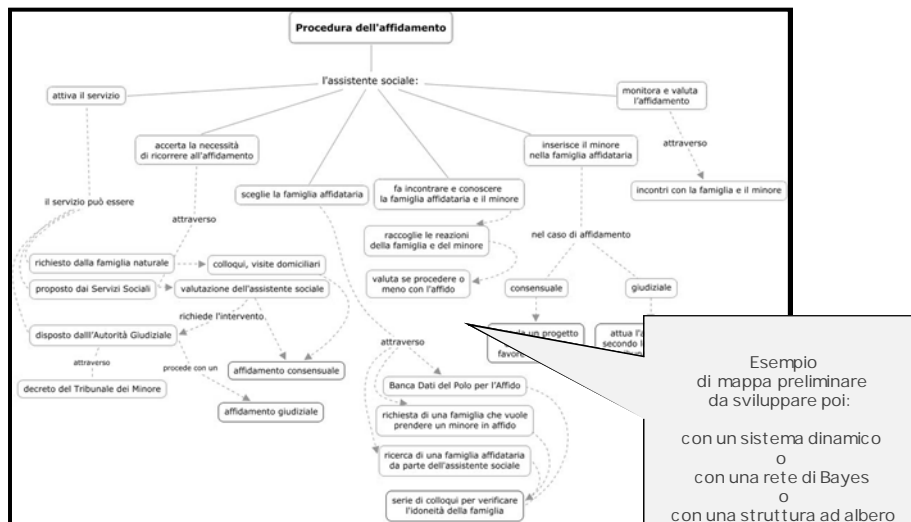
interfaccia:

- di norma ambienti 2D o 3D esplorabili, ambienti immersivi, realtà aumentata
- Nota importante: i business game e i serious game presentati con un cruscotto di leve per la gestione delle variabili si dovrebbero collocare a cavallo fra Personal e Lab Sim

fruizione:

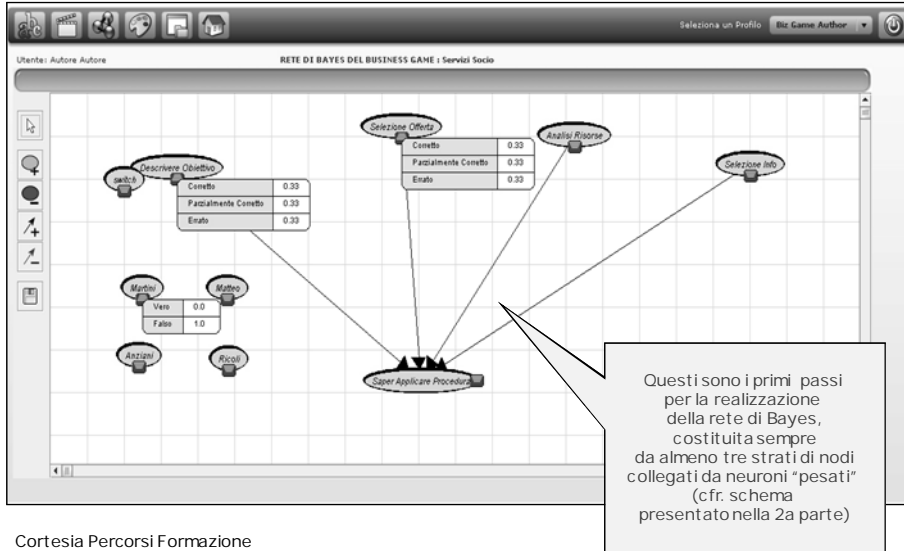
- singola (o di rado in piccoli gruppi di lavoro) sia in modalità off line che on line
- in rete, più o meno massiva

Mappatura iniziale di una Tale Sim



Cortesia Percorsi Formazione

Esempio di avvio di struttura di una rete di Bayes per una sim



Esempio di Tale Sim basata su rete di Bayes: l'ambiente

serel Servizi Socio Assistenziali

L'AIT innovazione tecnologica

STATO

La mamma del neonato Matteo, trovatasi in pericolo di vita, non può - almeno temporaneamente - prendersi cura del piccolo...

Link Generali

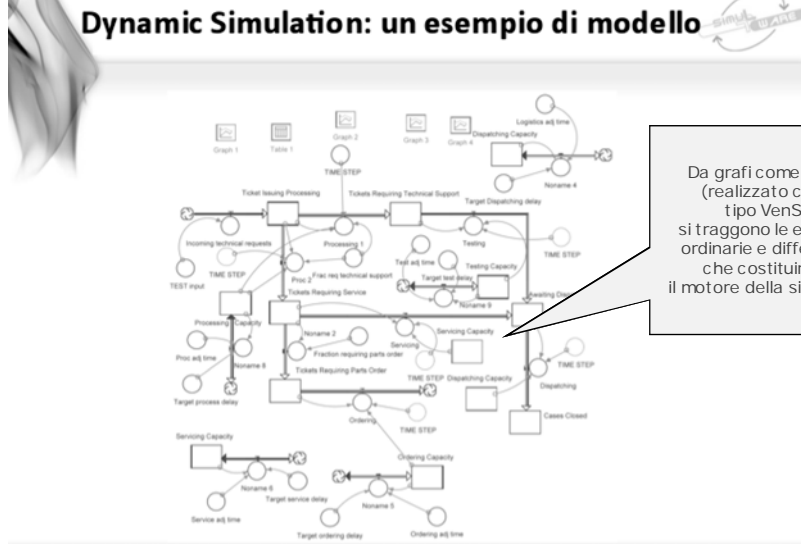
1. Descrizione Cartella Sociale (v. pdf Cartella sociale);
2. Colloquio (v. pdf Colloquio);
3. Documentazioni (v. pdf Documentazioni);
4. Lavori di équipe (v. pdf Lavori di équipe);
5. Relazione Sociale (v. pdf Relazione sociale);
6. Supervisione (v. pdf Supervisione);
7. Visita domiciliare (v. pdf Visita domiciliare);
8. Legge 8 Novembre 2000, n.328 "Legge quadro sulla realizzazione del sistema integrato di interventi e servizi sociali" Link Legge 8 novembre 2000, n.328.s.d);

servizi regionali di e-learning

Cortesia Percorsi Formazione

Esempio di Tale Sim basata su sistemi dinamici: il modello

Dynamic Simulation: un esempio di modello



Da grafi come questo (realizzato con sw tipo VenSim) si traggono le equazioni ordinarie e differenziali che costituiranno il motore della simulazione

Cortesia Simulare

Esempio di Tale Sim basata su sistemi dinamici: il cruscotto

Dynamic Simulation

• Un gioco di simulazione per comprendere i comportamenti dinamici di una compagnia e per imparare ad agire in modo strategico.



Cortesia Simulare

Applicazioni. Cosa sono le Lab Sim

Lab Sim

caratteristiche:

- laboratori virtuali (modellizzati, simulati) in cui si sviluppano autonomamente (evolvono), in base ai parametri fissati di volta in volta dall'utente, fenomeni o popolazioni che l'utente osserva, esplora, analizza per trarre una conoscenza dei meccanismi interni del fenomeno e dei suoi processi;
- la fase di apprendimento è distribuita fra briefing, osservazione e successiva analisi, riflessione e/o discussione secondo assessment e linee guida pre-costituite (cfr. F. Landriscina 2009, cap. 6)

parole chiave:

- laboratorio simulato
- simulazioni laboratoriali
- l'utente è osservatore esterno

Applicazioni. Cosa sono le Lab Sim

Lab Sim

modello (motore):

- basato sull'evoluzione di automi cellulari
- basato su sistemi dinamici (sistemi di n equazioni in n variabili)
- non si possono usare in questo caso percorsi guidati ad albero o tabella

interfaccia:

- rappresentazione del fenomeno e degli andamenti delle variabili di riferimento
- Nota: non servono costruzioni 3D, ambienti immersivi, realtà aumentata

fruizione:

- fruizione singola o in piccoli gruppi di lavoro
- Nota: non sono adatti a fruizione, più o meno massiva, in rete

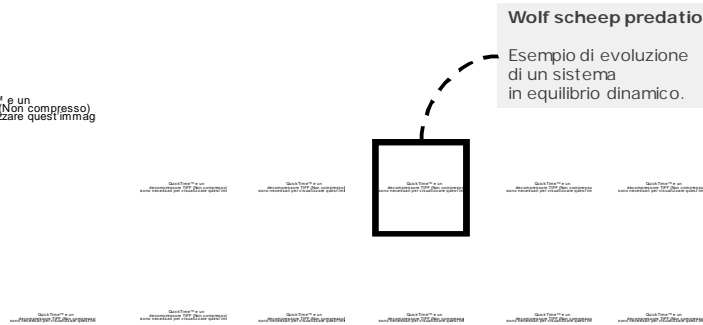
... per vedere ottimi esempi interattivi di automi cellulari si consiglia di entrare nella "library" del programma di sviluppo open source Netlogo ("a cross-platform multi-agent programmable modeling environment") scaricabile gratuitamente dal sito <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

Applicazioni. Esempi di Lab Sim tratti dalla Library di NetLogo

Lab Sim

<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

QuickTime™ e un decompressore TIFF (Non compresso) sono necessari per visualizzare quest'immag.



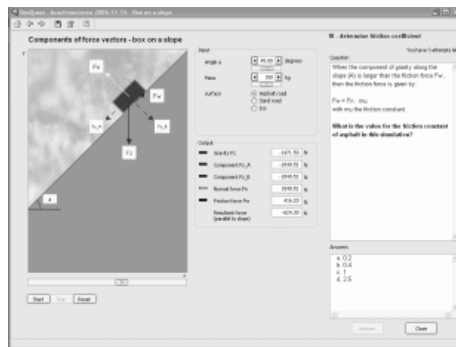
Wolf scheep predation.

Esempio di evoluzione di un sistema in equilibrio dinamico.

Applicazioni. Esempi di Lab Sim tratti dalla Library di SimQuest

Lab Sim

<http://www.simquest.nl/>



Simulazione dell'esperimento in laboratorio di un piano inclinato.

Lo studente può verificare che cosa accade cambiando i singoli parametri.

Applicazioni. Cosa sono le Lab Sim

Lab Sim

Aggiungiamo una avvertenza importante:

per considerare "didattica" o comunque "formativa" una Lab Sim (sia la semplice simulazione di fenomeni fisici, come per esempio quella realizzabile con il sw SimQuest, sia la simulazione basata sull'evoluzione parametrizzata di automi cellulari, come quella realizzabile con Netologo) non bisogna dimenticare che questa necessita di azioni e supporti didattici "esterni" che non servono invece di regola per le Tale Sim.

Per le Lab Sim è necessario infatti preparare un percorso formativo che preveda

- una guida per lo studente,
- una guida per il docente
- e un pacchetto di domande per l'assessment (cfr. F. Landriscina 2009, Cap. 6)

Motivo? Perché lo studente deve **conoscere il modello** sottostante alla simulazione e deve poter agire sui parametri in maniera consapevole per valutare l'evoluzione dell'esperimento con cognizione di causa, onde arrivare ad apprendere (in modalità *learning by doing*) le teorie che stanno alla base del fenomeno in studio.

Applicazioni. Riepilogo: Lab Sim vs Tale Sim

CARATTERISTICHE delle SIMULAZIONI	A. LAB SIM	B. PERSONAL SIM
Modello basato su agenti (automi cellulari)	***	□
Modello basato su sistemi dinamici	**	**
Modello basato su reti di Bayes	-	**
Modello basato su percorsi ad albero	-	***
Fruizione singola	***	**
Fruizione in piccoli gruppi di lavoro	***	-
Fruizione in rete	-	***
Interfaccia txt e grafica (cruscotto)	***	□
Interfaccia 2D o 3D	□	***
Realtime virtuale immersiva o aumentata	-	***
Affidamento al buy	*	***
Affidamento al find (open source)	***	-
Affidamento al make	**	**
Velocità di realizzazione nel make	**	-
Peso nei costi nel make	□	***

Legenda

*** = caratterizzante
 □ = marginale
 - = inesistente

Seminario di apertura

ISCOM
 Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione
 Ministero dello Sviluppo Economico, Dipartimento per le Comunicazioni
 Viale America 201, Roma

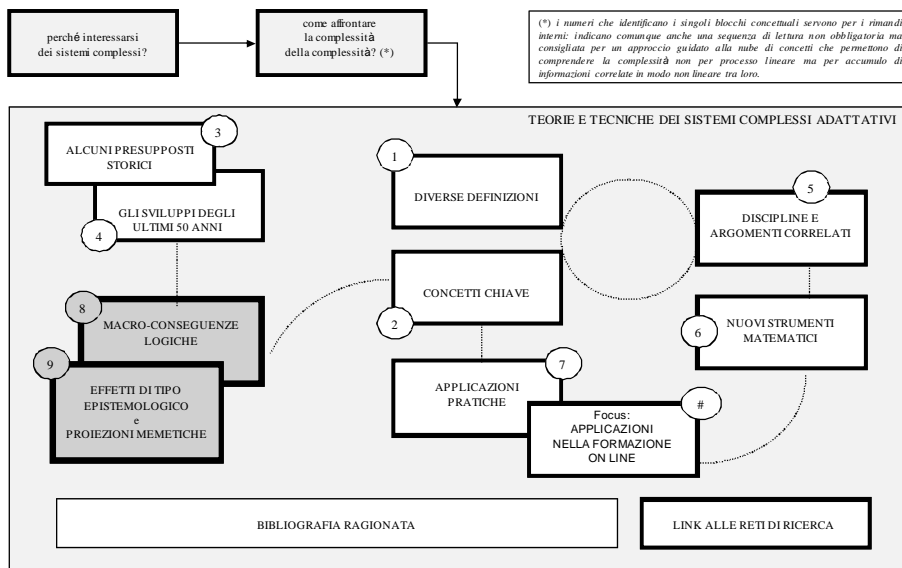
INTRODUZIONE GENERALE ALLA COMPLESSITA'

Valerio Eletti
 Label Cattid, Università Sapienza di Roma

Roma, 20 maggio 2010



La nostra mappa logica



Conseguenze logiche ed epistemologiche

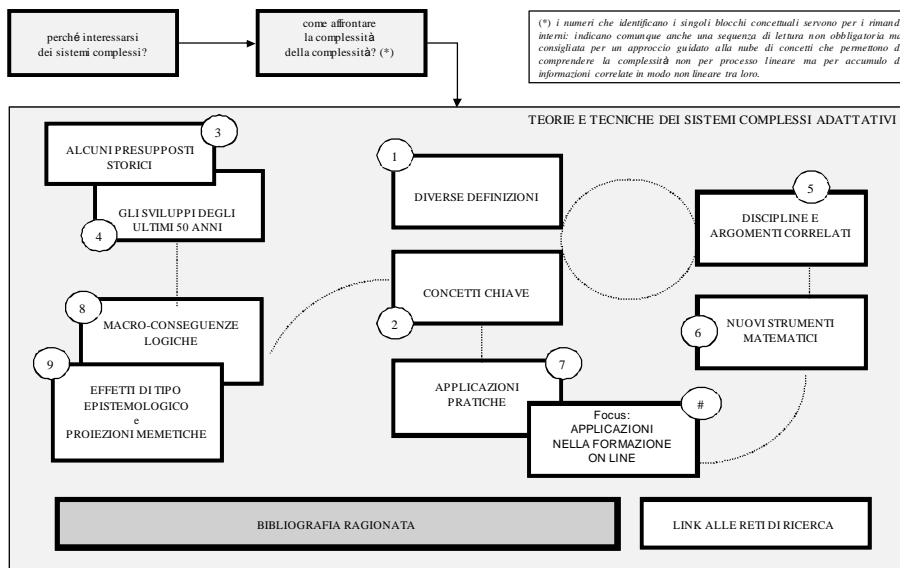
Macro conseguenze logiche
 Effetti di tipo epistemologico
 Proiezioni memetiche

Non le affrontiamo
 in questa prima fase di introduzione:

vedremo emergere queste notazioni nel corso degli incontri;

e poi ne discuteremo insieme
 alla conclusione del secondo ciclo,
 nell'incontro finale di *debriefing*
 riservato ai soli partecipanti a questa prima parte.

La nostra mappa logica



Bibliografia ragionata

E arriviamo ai **libri da leggere**
per chi vuole approfondire le conoscenze sulla complessità.

Diamo qui di seguito due brevi elenchi dei **testi in italiano di primo riferimento**
per impostare uno studio di tipo epistemologico
sul potere dirompente che ha la nuova visione del mondo
sulle nostre conoscenze attuali e soprattutto sul loro sviluppo:

- divulgatori esperti:

Waldrop, Steven e George Johnson, Casti, Kelly, Robertson, Benkirane
e gli italiani Gandolfi, Bocchi, Ceruti, De Toni, Magrassi, Cravera ...

- teorici e ricercatori con capacità di divulgazione oltre la propria area specialistica:

Barabasi, Gell-Mann, Taylor, Minsky, Morin, Kauffman, Capra, Davis, Barrow,
Dawkins, Dennett, Prigogine, Edelman, Morin, Pinker e Ramachandran,
Maturana e Varela, Hofstadter, Damasio, Blackmore, Chaitin, Strogatz ...

Bibliografia ragionata

Testi chiari di **divulgatori di lingua inglese** tradotti in italiano:

- Benkirane R.**, *La teoria della complessità* (interviste a **Morin, Prigogine, Gershenfeld, Mange, Deneubourg, Steels, Langton, Varela, Goodwin, Kauffman, Derrida, Pomeau, Ekeland, Chaitin, Barrow, Nottale, Linde, Serres**), Bollati Boringhieri 2007 (2002)
- Johnson G.**, *Simmetrie. Scienze, fede e ricerca dell'ordine*, Instar Libri 2002 (1995)
- Johnson S.**, *La nuova scienza dei sistemi emergenti. Dalle colonie di insetti al cervello umano. Dalle città ai videogame e all'economia. Dai movimenti di protesta ai network*, Garzanti 2007 (2001)
- Kelly K.**, *Out of control. La nuova biologia delle macchine, dei sistemi sociali e dell'economia globale*, Urta - Apogeo 1996 (1994)
- Waldrop M.M.**, *Complessità. Uomini e idee al confine tra ordine e caos*, Instar Libri 2002 (1992)

Bibliografia ragionata

Testi di divulgatori italiani:

- Bocchi, Ceruti** (a cura di), *La sfida della complessità* (interviste a **Morin, Stengers, Le Moigne, von Glaserfeld, von Foester, Varela, Altan, Progogine, Haken, Lovelock, Gould, Goodwin, Pribram, Gallino, Hofstadter, Fabbri Montesano, Munari, Pasquino, Laszlo, Zeleny**), Bruno Mondadori 2007 (1985)
- Cerrato, Zanarini, Virasoro, Codenotti, Zellini, De Luca**, *Caos e complessità*, Cuen 2000 (1996)
- De Toni A.F. e Comello L.**, *Viaggio nella complessità*, Marsilio 2007
- Gandolfi A.**, *Formicai, imperi, cervelli. Introduzione alla scienza della complessità*. Bollati Boringhieri 1999
- Villani M.** (a cura di), *Educating managers in complexity*, Aracne 2006 (rapporto conclusivo del progetto europeo Cetra, Learning Complexity in lingua inglese)
- Cravera A.**, *Competere nella complessità. Il management tra ordine e caos*. Etas 2008
- Magrassi P.**, *Difendersi dalla complessità*. FrancoAngeli 2009

Bibliografia ragionata

Alcuni dei **testi base e dei classici di teorici e ricercatori**
con capacità di divulgazione al di fuori della propria area specialistica:

- Barabasi**, *Link. La scienza delle reti*, Einaudi 2004 (2002)
- Blackmore**, *La macchina dei memi*, Instar Libri 2002 (1999)
- Chaitin**, *Teoria algoritmica della complessità*, Giappicchelli 2006
- Damasio, Davidson, Dennett, Dreyfus, Edelman, Fodor, Rorty, Searle, Stich**, *Cervelli che parlano. Il dibattito su mente, coscienza e intelligenza artificiale*, Bruno Mondadori 2003 (1997)
- Davies**, *Una fortuna cosmica. La vita nell'universo: coincidenza o progetto divino?* Mondadori 2007 (2007)
- Dawkins**, *L'illusione di Dio*, Mondadori 2007 (2006)
- Dennett**, *La mente e le menti. Verso una comprensione della coscienza*, Ed. Sansoni 1997 (1996)

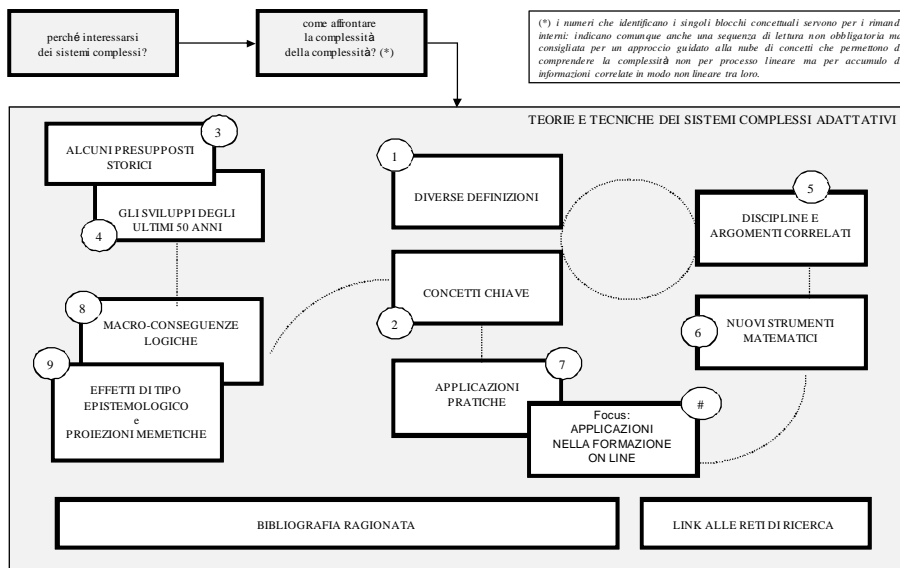
... segue >

Bibliografia ragionata

segue: Alcuni dei **testi base e dei classici di teorici e ricercatori...**

- ❑ **Gell-Mann**, *Il quark e il giaguaro. Avventure nel semplice e nel complesso*, Bollati Boringhieri 1996 (1994)
- ❑ **Hofstadter**, *Goedel, Escher, Bach: un'eterna ghirlanda brillante*, Adelphi 2001 (1979)
- ❑ **Lévy**, *L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio*, Feltrinelli 1996 (1994)
- ❑ **Maturana e Varela**, *Macchine ed esseri viventi. L'autopoiesi e l'organizzazione biologica*, Astrolabio 1992 (1972)
- ❑ **Minsky**, *La società della mente*, Adelphi 1989 (1985)
- ❑ **Morin**, *Il metodo, 3. La conoscenza della conoscenza*, R. Cortina 2007 (1986)
- ❑ **Prigogine**, *Dall'essere al divenire. Tempo e complessità nelle scienze fisiche*, Einaudi 1986 (1978)
- ❑ **Taylor**, *Il momento della complessità. L'emergere di una cultura a rete*, Codice Ed. 2005 (2001)

La nostra mappa logica



I prossimi seminari

Con queste ultime notazioni abbiamo completato l'introduzione alla nebulosa di concetti legati a complessità, reti e processi non lineari.

Prima di chiudere, vediamo in breve i contenuti dei seminari delle prossime settimane, fino a completare la prima parte del ciclo dedicato alla "Complexity education".

Il prossimo seminario

Mercoledì 26 Maggio 2010, ore 14,30-16,30

Marco Villani (UniMoRE)

Elaborazione dell'informazione in campo tecnologico e sociale

Abstract:

La realtà che ci circonda è fatta di tantissimi elementi, la cui interazione forma schemi ricorrenti e strutture affascinanti. Una delle chiavi per comprendere il funzionamento dell'ambiente che ci circonda e di cui facciamo parte sembra essere il modo in cui l'informazione e il cambiamento sono elaborati e diffusi dai sistemi in cui siamo immersi. Un metodo per trattare simili problemi è quello delle reti, semplici rappresentazioni che stanno modificando profondamente la nostra visione della realtà, inserendo accanto a una visione *riduzionista* una concezione del mondo più *connessionista*.

Il seminario proporrà le persone, le idee e i modelli che stanno confrontandosi in questi ultimi anni sul cammino dell'informazione all'interno delle reti, presentando e collegando fra loro importanti esempi reali quali la diffusione delle epidemie e delle innovazioni tecnologiche, la rete del potere nella Firenze dei Medici e nei blog statunitensi, la creazione di continenti nel WWW e la ricerca delle comunità nelle reti sociali.

I seminari successivi

Giovedì 3 Giugno 2010, ore 14,30-16,30
Francesca Comunello (Uni Sapienza)
Reti e complessità

Questo seminario amplierà le premesse tecniche e scientifiche affrontate da Marco Villani nel precedente incontro, per trasportare nel mondo della comunicazione i presupposti, le caratteristiche e i paradigmi della teoria delle reti.

I seminari successivi

Mercoledì 9 Giugno 2010, ore 14,30-16,30
Massimo Panella (Uni Sapienza)
Soft computing, reti neurali e algoritmi evolutivi

Con questo quarto seminario torniamo agli aspetti più tecnici e scientifici, entrando nel merito del soft computing e quindi degli strumenti matematici che ci possono aiutare ad affrontare sistemi complessi e reticolari. L'intervento riguarderà principalmente l'uso di reti neurali, logica fuzzy e algoritmi evolutivi per la soluzione dei problemi di apprendimento. Particolare interesse sarà rivolto ai problemi di riconoscimento (pattern recognition), approssimazione funzionale, predizione e identificazione di sistemi. Particolare rilievo sarà dato alle tecniche di imitazione della natura nell'ottimizzazione della soluzione dei succitati problemi. L'imitazione del comportamento di sistemi biologici nel risolvere problemi legati alla vita quotidiana è la base del calcolo evolutivo. Ci sono numerosi e diversi esempi di meccanismi biologici alla base del raggiungimento dell'ottimalità. Nell'intervento ci si soffermerà in particolare sulla selezione naturale e sull'intelligenza degli sciame. Come casi di studio si analizzeranno le applicazioni multimediali e quelle per il trattamento dell'informazione.

I seminari successivi

Giovedì 16 Giugno 2010, ore 14,30-16,30

Alberto Marinelli (Uni Sapienza)

Il ricorso al concetto di complessità nella teoria dei sistemi.

**Conclusione della prima parte
del ciclo di seminari sulla Complexity education.**

Questo seminario tornerà a una visione più ampia e generale del concetto di complessità, basandosi sulle premesse tecniche e scientifiche di alcuni dei precedenti incontri, per collocare nel mondo della comunicazione i presupposti, le caratteristiche e i paradigmi delle teorie dei sistemi complessi.

Sarà in sostanza la chiusura della prima parte del ciclo di seminari.

La seconda parte del ciclo di seminari: autunno 2010

La seconda parte, da Settembre a Novembre 2010, sarà costituita da una serie di conferenze e incontri con studiosi e ricercatori autori di volumi recenti sulla sfida della/alla complessità in diversi ambiti (formazione, organizzazione, management, telematica, virologia, ecc.) e con rappresentanti dei centri internazionali di ricerca sulla complessità:

A. incontri con esperti nazionali:

saranno invitati studiosi e ricercatori autori di volumi recenti sulla sfida della/alla complessità dedicati a "Concetti generali" (come Trombetta e Gandolfi), "Education" (come Callari Galli, Cambi e Ceruti), "Formazione e Management" (come lo stesso Villani), "Organizzazione" (come Magrassi, De Toni, Comello e Cravera), "Nuove reti tra proprietà condivisa e open source" (come Pilotti e Ganzaroli), "Virologia nei sistemi comunicativi" (come Ianneo), e "Medicina" (come Bellavite).

B. incontri con esperti internazionali:

tele-conferenze o incontri in sede con rappresentanti delle eccellenze mondiali delle ricerche sulla complessità come ECLT (European Centre for Living Technologies) di Venezia, ISC (Institut des Systèmes Complexes) di Parigi, e SFI (Santa Fe Institute (di Santa Fe, USA).

Per richieste di informazioni,
approfondimenti, bibliografia specifica,
potete contattarmi
a uno di questi indirizzi

valerio.eletti@uniroma1.it

valin@fastwebnet.it