INTRODUZIONE ALLA LOGICA DEI SISTEMI DINAMICI NON-LINEARI (SDNL)

GIUSEPPE SACCO

Già Docente di Psicologia

Università degli Studi di Siena

Presidente Libra Associazione Scientifica. Roma

www.librapsicologia.it

Giuseppe Sacco

Complesso, non complicato!

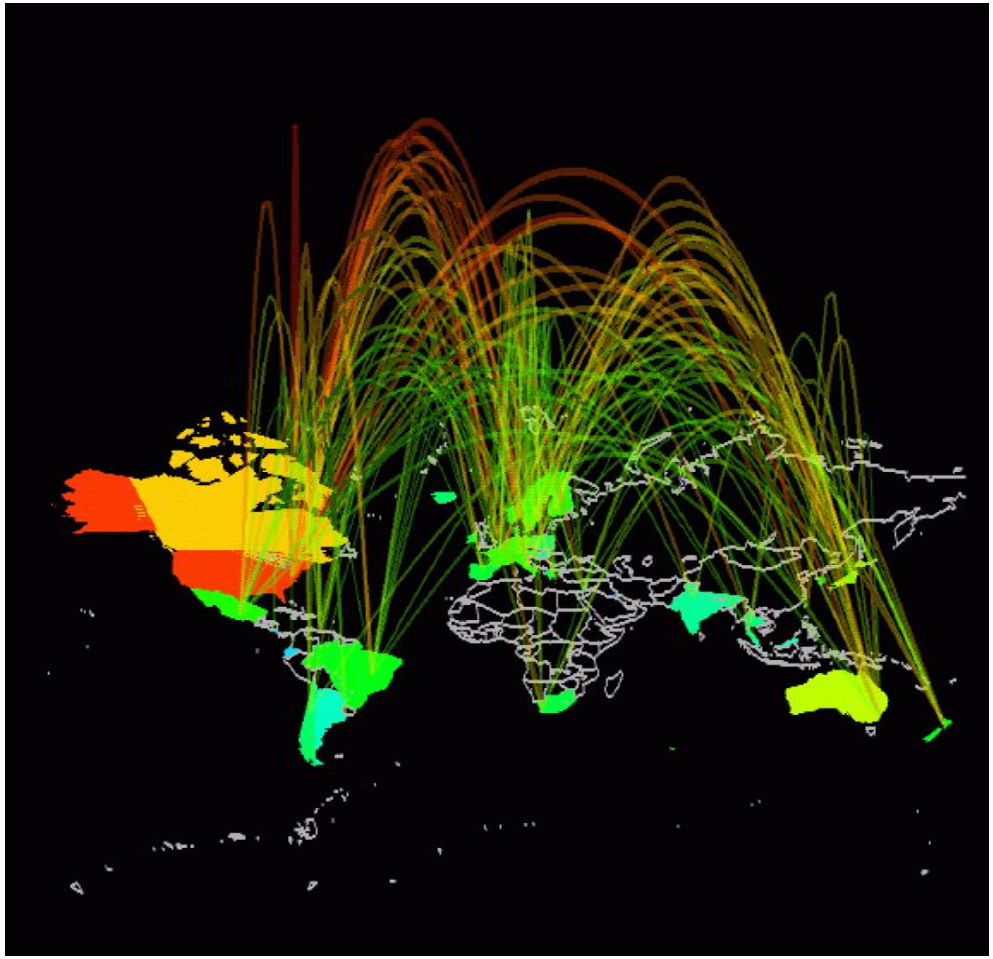
UN ESEMPIO DI SISTEMA COMPLESSO

Ogni formica può svolgere vari ruoli:
-cercare cibo, raccogliere cibo
-costruire il nido
-tenere pulito il nido

- Nessuno ordina a una formica cosa deve fare
- Ogni formica è un “sistema semplice”
- Eppure una colonia di formiche è un sistema ben organizzato
- **Una colonia di formiche è un sistema complesso!**

Sistemi complessi

- Nei sistemi complessi, le singole parti che li compongono sono semplici, ma **interagendo** tra di loro danno luogo a un comportamento molto più complesso
- Le parti che compongono un sistema complesso non sono organizzate dall'esterno, ma si **auto-organizzano**



SISTEMI COMPLESSI

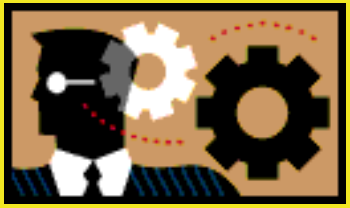
- Una foresta
- I terremoti
- Il clima
- I magneti
- Le formiche
- I sistemi sociali
- Internet e il web
- Il cervello, il SN
- Le cellule, i tessuti
- Un gruppo di robot
- Un computer
- I circuiti elettronici
- …

More than the sum of its parts: complex systems, such as highways, are constantly evolving.

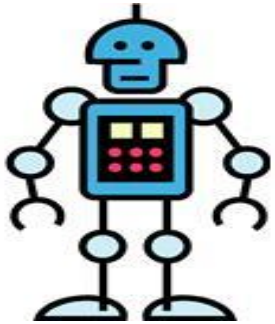
“EFFETTO FARFALLA”
FILASTROCCA

Per colpa di un chiodo si perse lo zoccolo
Per colpa di uno zoccolo si perse il cavallo
Per colpa di un cavallo si perse il cavaliere
Per colpa di un cavaliere si perse la battaglia
Per colpa di una battaglia si perse il regno!

Come si studiano i sistemi complessi?



1. Si formulano ipotesi e modelli matematici
2. Si simulano i modelli al calcolatore
3. Si fanno esperimenti e si analizzano dati



Alcuni fenomeni emergenti nei sistemi complessi

1. IL caos
2. L’autorganizzazione
3. La sincronizzazione
4. Il comportamento collettivo
5. La struttura

1. IL CAOS

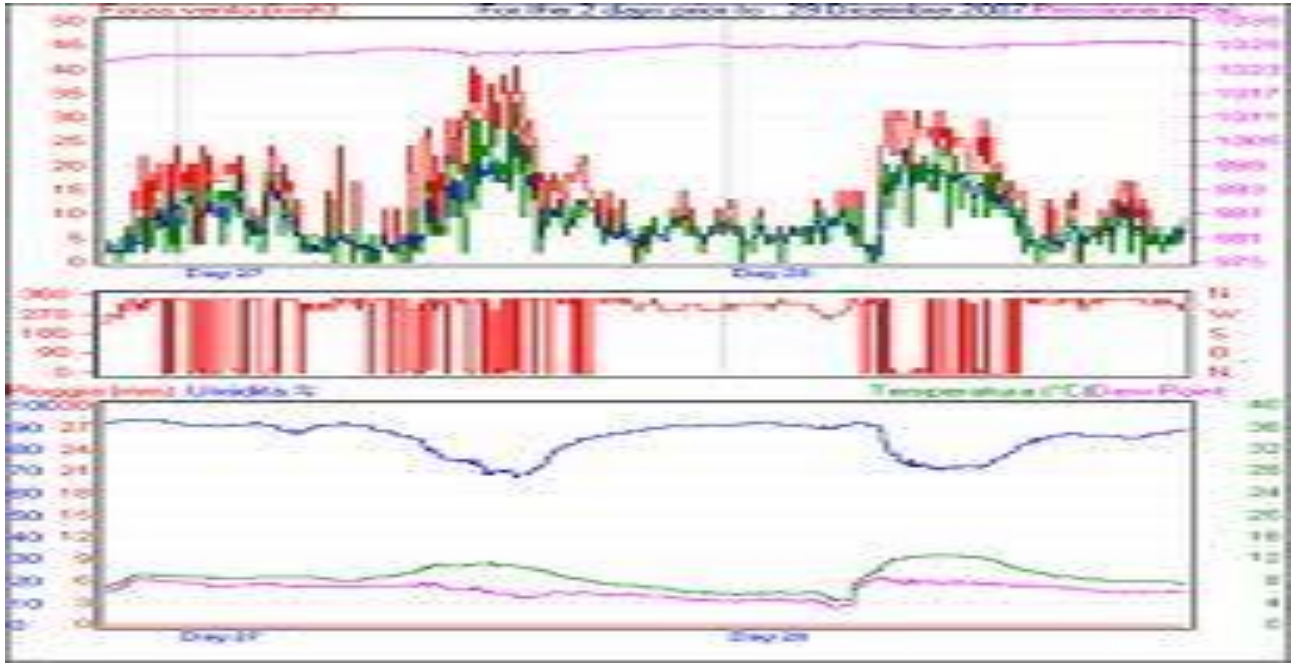
Comportamento impredicibile, anche se è noto il *modello* del fenomeno

$$X = \sigma (y - X)$$
$$X = rx - y - xz$$
$$Z = xy - bz$$

CRITTOGRAFIA (Messaggi nascosti "*implicit order*")

Quando nasce la teoria del caos?

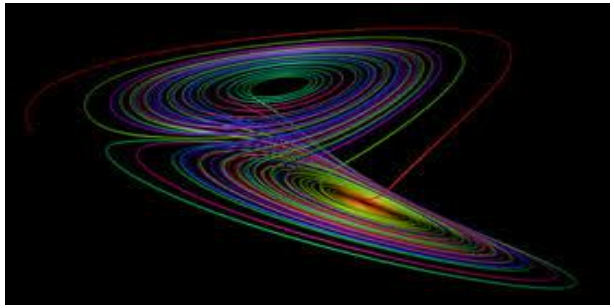
Nel 1963 **Edward Lorenz** mentre studiava un modello di predizione del tempo si accorse che da un giorno all'altro i risultati delle sue simulazioni cambiavano…



TEORIA DEL CAOS – EFFETTO FARFALLA

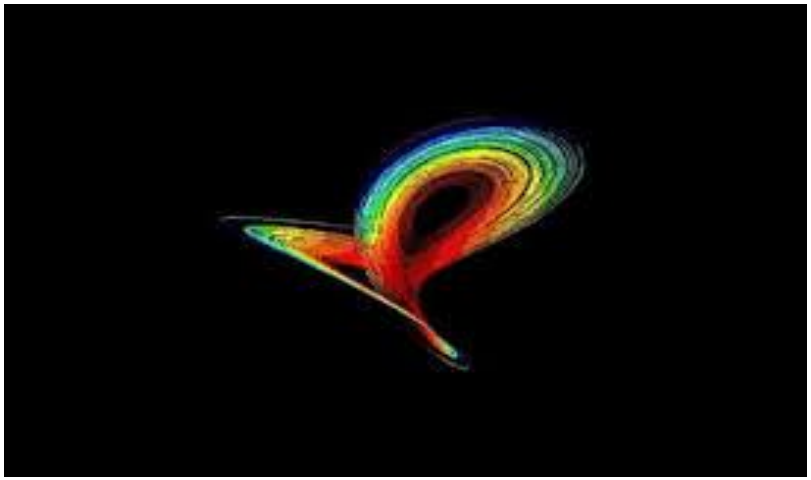
Una conferenza tenuta da **Lorenz** nel 1979 ha come titolo: *«Può il battito d'ali di una farfalla in Brasile provocare un tornado in Texas?»*

- Fluttuazioni su scale di qualche centimetro, possono estendersi amplificate su scale di un metro e poi di chilometri in poche settimane!
- Variazioni anche minime nelle **condizioni iniziali** provocano delle grandi differenze nell'evoluzione successiva che perciò non può essere prevista nel suo comportamento dettagliato (**«Effetto farfalla»)**



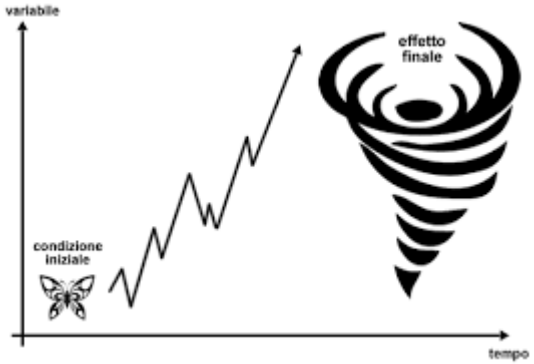
TEORIA DEL CAOS

- Nella sua **accezione comune** ancora diffusa il termine «caos» viene usato per intendere «confusione», «disordine»
- Ma nelle **scienze fisiche** esso viene usato per descrivere sistemi la cui complessità e dinamicità sembra caotica ma solo in un'ottica «locale»
- Ma ponendosi da un punto di vista **«globale»** è possibile osservare un ordine sotteso a tali complessità dinamiche



TEORIA DEL CAOS

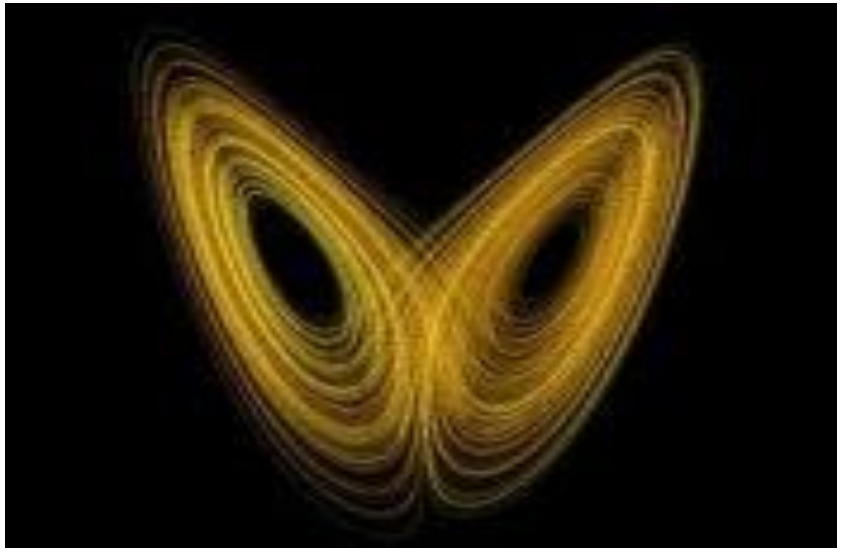
- Uno dei concetti-chiave alla base delle analisi sulla complessità e sul caos è quello di **'linearità' (L)** e **non-linearità (NL).**
- Quest'ultimo, in particolare, risulta di importanza centrale in quanto la costruzione dell'ordine dal disordine è principalmente un prodotto di **dinamiche di tipo N-L**.
- È importante precisare che in natura non esistono sistemi lineari e i modelli che ad essi si riferiscono sono un'astrazione, in quanto nessun sistema si comporta in modo completamente lineare

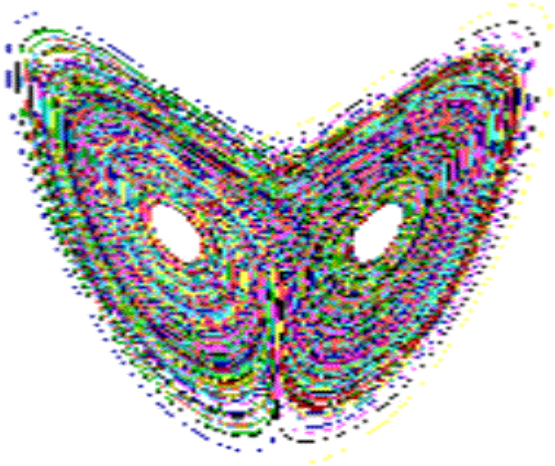


Da dove nasce il caos?

Il caos:

1. Modello deterministico/indeterministico
2. Forte dipendenza dalle condizioni iniziali
3. Comportamento aperiodico impredicibile nel lungo periodo





Chaotic waterwheel

2. AUTORGANIZZAZIONE

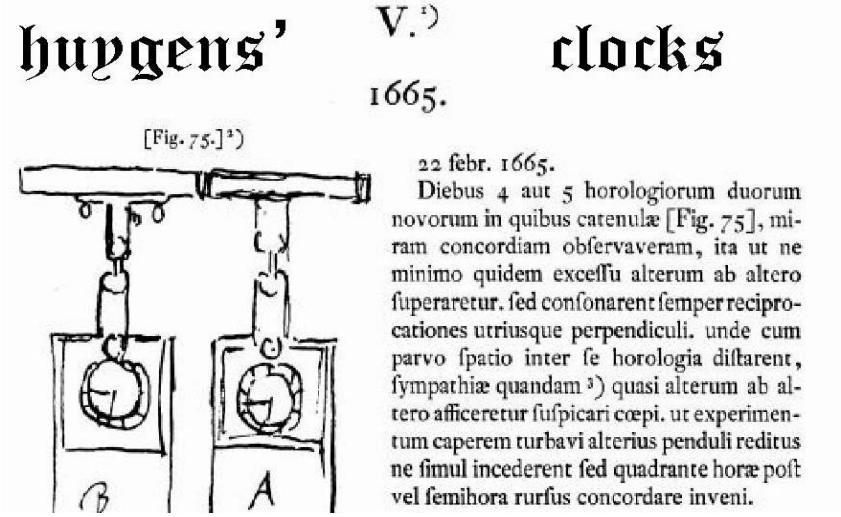
- Secondo il **concetto di autorganizzazione** i sistemi viventi organizzano sé stessi e operano per preservare la propria integrità sistemica come frutto di un vincolo evolutivo fondamentale (Atlan, 1987; Nicolis e Prigogine, 1977;
- Maturana e Varela, 1980).
- Le dinamiche di autorganizzazione sono descritte da Maturana e Varela (1988) attraverso il concetto di «*autopoiesi*» che esprime l'abilità dei sistemi biologici e naturali di accoppiarsi strutturalmente con ambienti diversi in modo da autogenerarsi continuamente.
- Secondo questi autori la caratteristica centrale di un sistema autopoietico è che esso *forma da sé la propria struttura* e si distingue dall'ambiente attraverso le proprie dinamiche.

AUTORGANIZZAZIONE

- Un **sistema autorganizzato** risponde agli stimoli del mondo esterno (perturbazioni) con la tendenza a mantenere invariata la propria organizzazione interna, reagendo a tali stimoli in modo da contrastare i mutamenti da essi tendenzialmente apportati.
- Questo può avvenire, a volte, attraverso una reazione di semplice *omeostasi*, come per esempio quando c'è poca luce e la pupilla, con una reazione riflessa, si dilata fino a farne entrare la quantità massima
- La maggior parte delle volte, invece, la risposta implica una *trasformazione parziale dell'organizzazione interna del sistema*, come quando per esempio esso viene invaso da organismi estranei e produce degli anticorpi difensivi, o quando sotto il pungolo di un bisogno come la sete apprende a sondare, scavare e trivellare pozzi per procurarsi acqua.

3. SINCRONIZZAZIONE

Christiaan Huygens
(1596-1687)



huygens' V.[1]) clocks

1665.

[Fig. 75.][2])

22 febr. 1665.
Diebus 4 aut 5 horologiorum duorum novorum in quibus catenulæ [Fig. 75], miram concordiam obſervaveram, ita ut ne minimo quidem exceſſu alterum ab altero ſuperaretur. ſed conſonarent ſemper reciprocationes utriusque perpendiculi. unde cum parvo ſpatio inter ſe horologia diſtarent, ſympathiæ quandam [3]) quasi alterum ab altero afficeretur ſuſpicari cœpi. ut experimentum caperem turbavi alterius penduli reditus ne ſimul incederent ſed quadrante horæ poſt vel ſemihora rurſus concordare inveni.

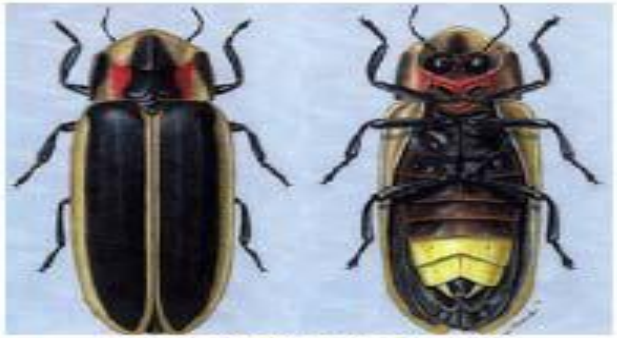
- Nel 1665 il fisico e matematico olandese **Christiian Huygens**, tra i primi a postulare la teoria ondulatoria della luce, osservò che, disponendo a fianco e sulla stessa parete due pendoli, questi tendevano **a sincronizzare** il proprio movimento oscillatorio, quasi volessero assumere lo stesso ritmo.
- Dai suoi studi deriva quel fenomeno che chiamiamo **risonanza.**
- La **sincronizzazione** è dovuta all'energia che viene trasferita tramite il piano di appoggio.
- Rifatto su un piano perfettamente rigido i metronomi potrebbero ancora sincronizzarsi tramite lo spostamento d'aria
- Un esperimento eccezionale che può spiegare molte cose (come la sincronizzazione di due orologi anche diversi fra loro quando questi vengono messi vicini) e che solleva il velo su un mare di Ipotesi in quanto non esiste ancora oggi una spiegazione sicura (è ancora oggetto di studio)

SISTEMI CHE SI SINCRONIZZANO
Sincronizzazione dei Metronomi

Synchronisation.mp4

SISTEMI CHE SI SINCRONIZZANO
Sincronizzazione delle Lucciole

Fireflies flashing in sync on the river banks of Malaysia



Say's firefly, in the US
(Arwin Provonsha, Purdue Dept of Entomology, IN)

-Ogni lucciola emette ***flash*** luminosi con un ciclo interno regolare
-Ogni lucciola aggiusta la sua frequenza di flash in funzione dei suoi vicini

fireflies sync.mp4

SISTEMI CHE SI SINCRONIZZANO

Sincronizzazione Applauso e Oscillazione Ponte

APPLAUSI (STANDING OVATION).mp4

4. Il comportamento collettivo

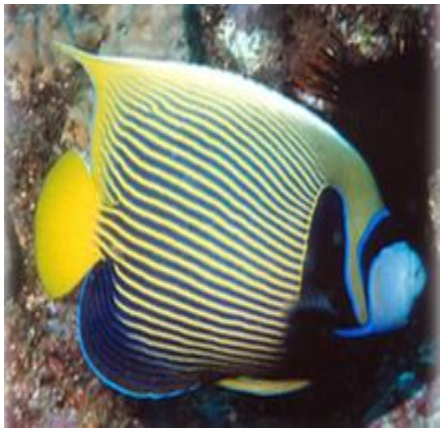
Scilla, Reggio Calabria, banco di pesci.mp4

Il COMPORTAMENTO COLLETTIVO

L'INCREDIBILE VOLO DELLO STORMO DI UCCELLI - Amazing starlings murmuration of birds.mp4

FORMAZIONE DI PATTERN

Sand dunes
(Scott Camazine, http://www.scottcamazine.com)



Rayleigh-Bénard convection cells in liquid heated uniformly from below
(Scott Camazine, http://www.scottcamazine.com)

Formazione di auto-onde

5. LA STRUTTURA

Qual è la distanza tra Charles Chaplin e Giovanna Mezzogiorno?

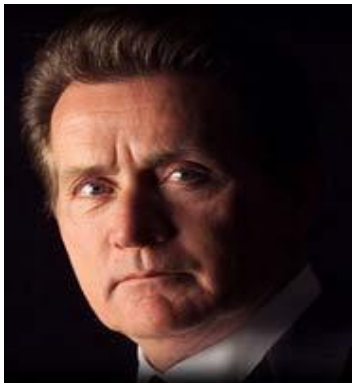
- Due attori hanno **distanza 1** se hanno recitato insieme in un film
- Due attori hanno **distanza** 2 se ciascuno dei due ha recitato in un film insieme a un terzo attore
- • ……

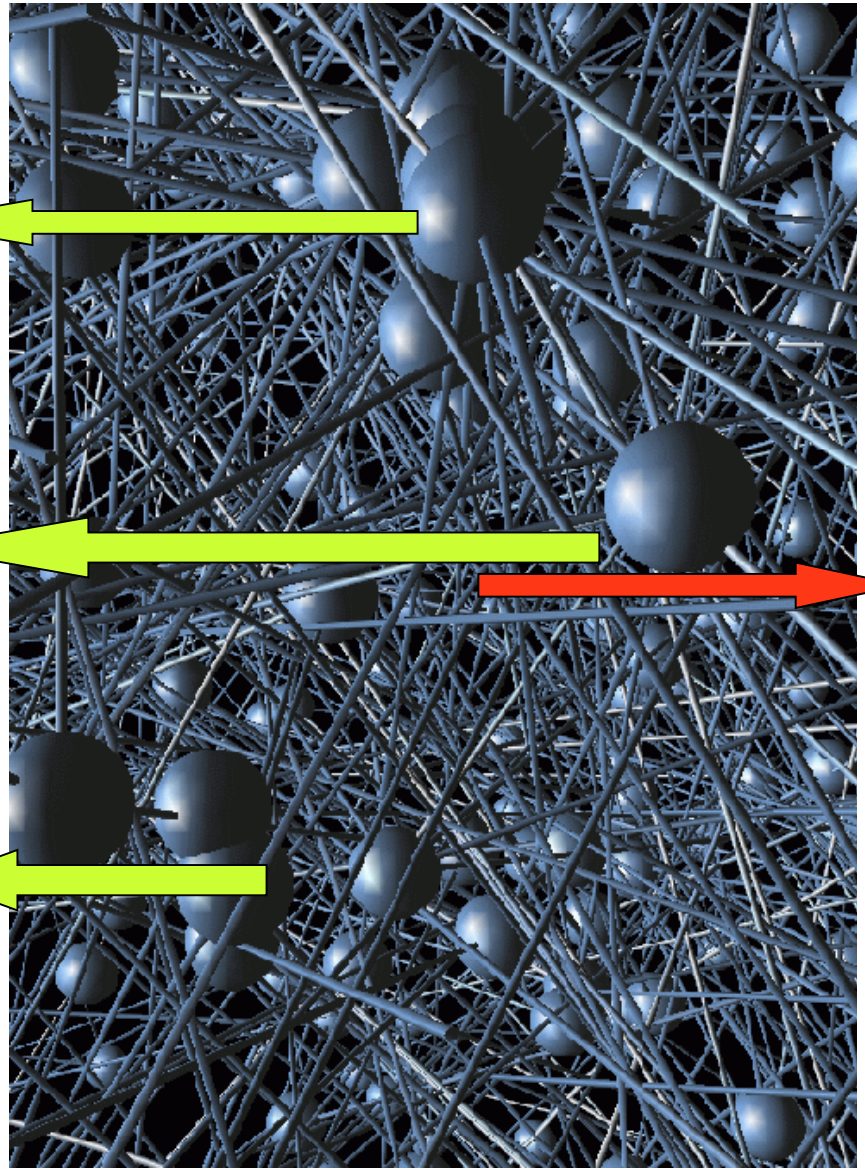
?

?

Charles Chaplin has a Giovanna Mezzogiorno number of 3:

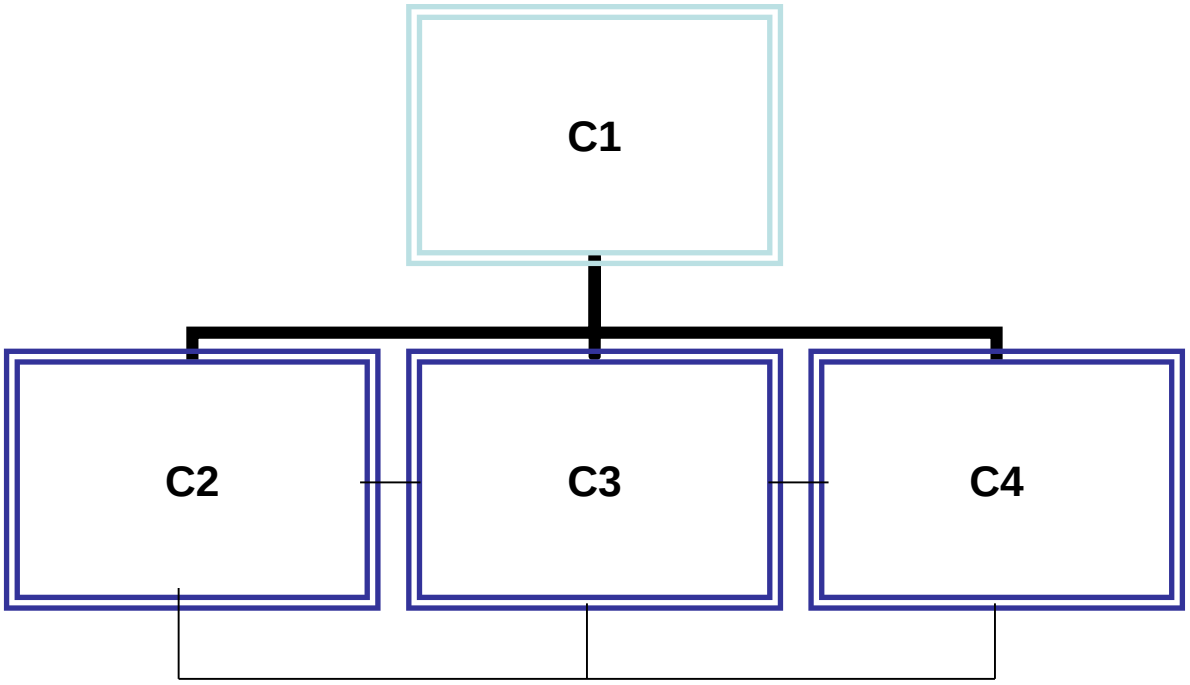
- Charles Chaplin was in *Countess from Hong Kong*, A (1967) with Geraldine Chaplin
- Geraldine Chaplin was in Melissa P. (2005) with Marcello Mazzarella
- Marcello Mazzarella was in *Notturno bus* (2007) with Giovanna Mezzogiorno



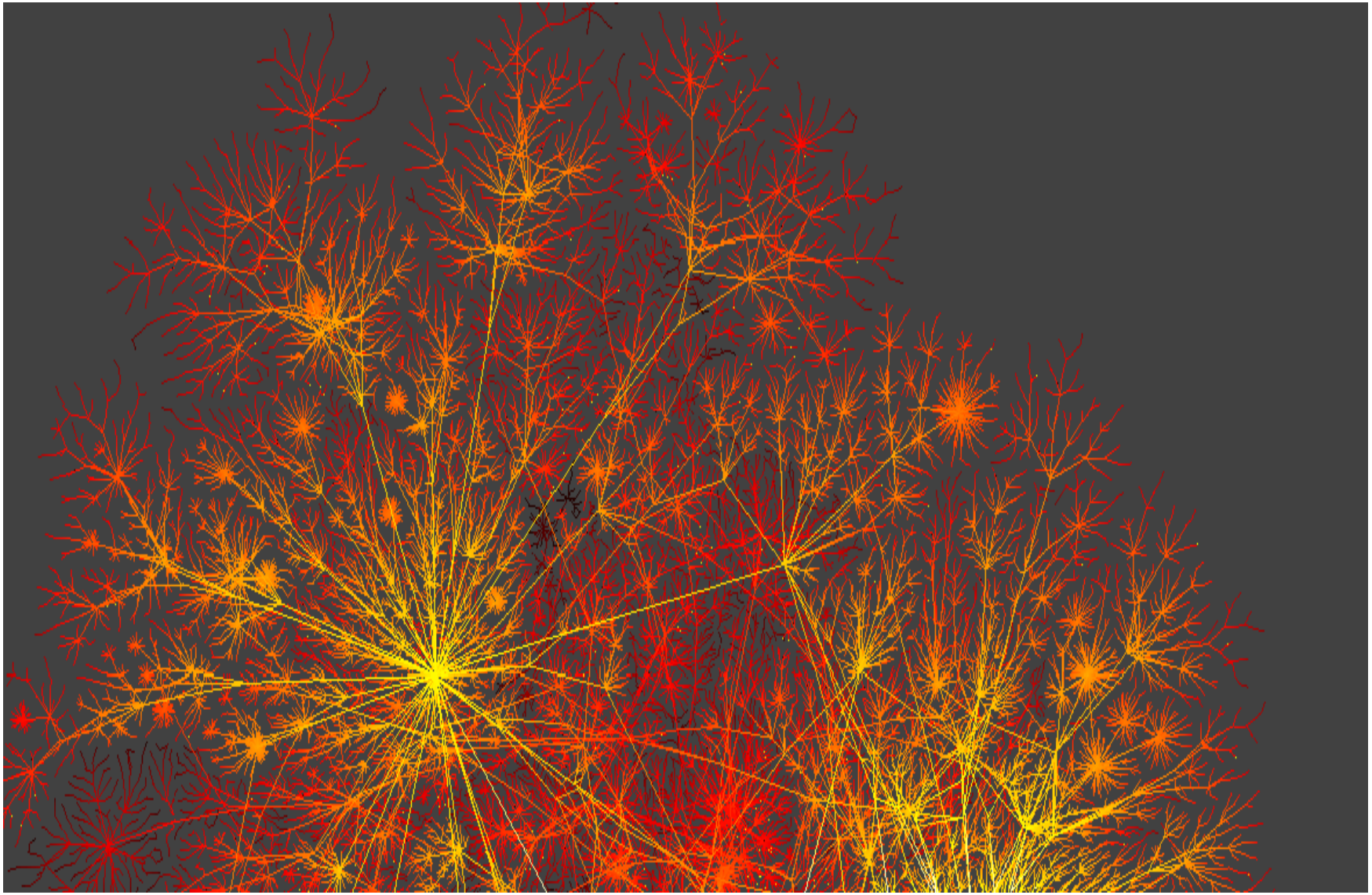


Internet

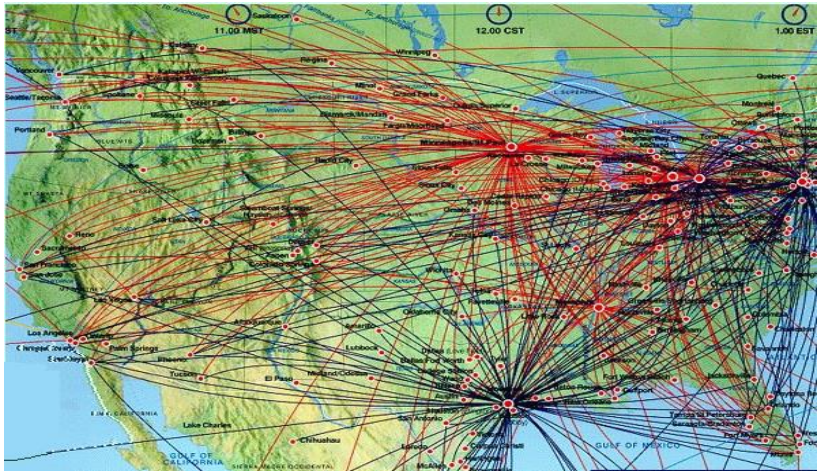
(**Nodi**: computer, router **- Connessioni**: linee fisiche)

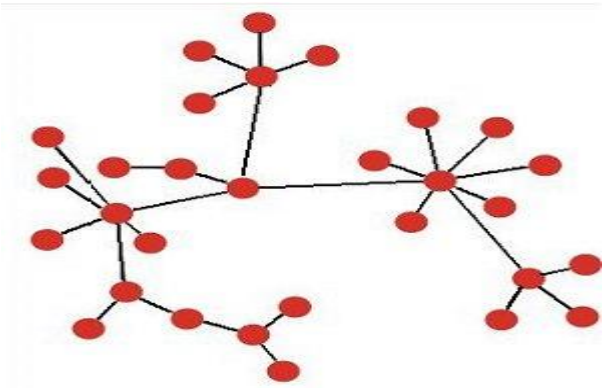


CONNESSIONI CEREBRALI



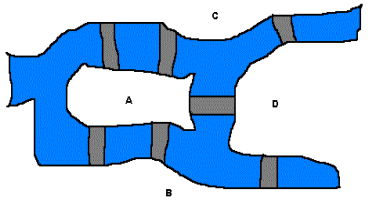
Quante connessioni?



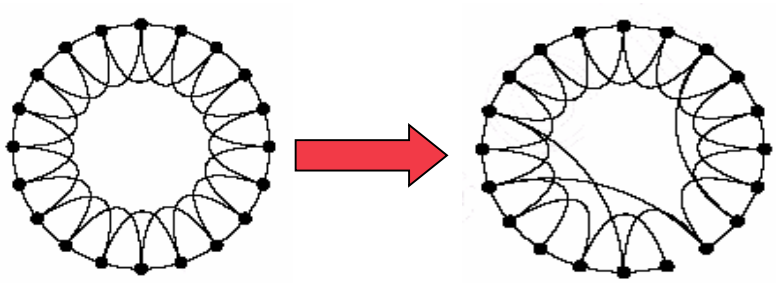


Preferential attachment (scale-free) network: a few nodes have many links

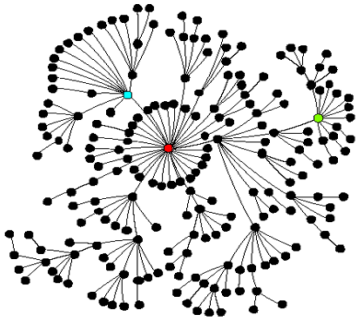
Struttura di reti complesse



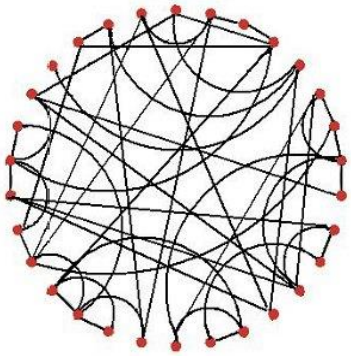
Koningsberg Bridges Problem
Euler (1736)



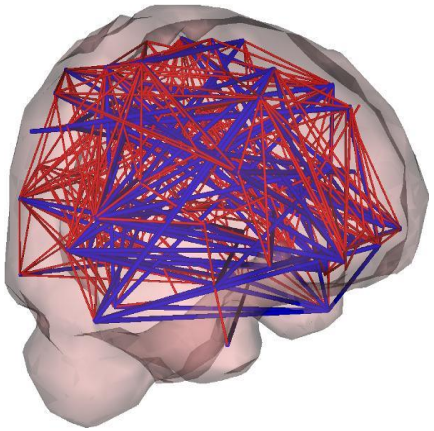
Small-World Network
Watts & Strogatz (1998)



Scale-Free Network
Barabasi & Albert (1999)



Random Network
Erdos & Renyi
(1959-68)



SINTESI ALCUNE CARATTERISTICHE SDNL

In estrema sintesi, i **SDNL** (o sistemi complessi) sono:

1. Sistemi formati da molte unità interagenti
2. Tali unità danno luogo a comportamenti molto più complessi della somma delle singole parti

L'essenza della complessità è costituita dal concetto di ***proprietà emergenti***, cioè quelle caratteristiche del tutto diverse rispetto a quelle dei singoli componenti

Tali proprietà emergenti sono:

I. Caos
II. Auto-organizzazione
III. Sincronizzazione
IV. Comportamento collettivo
V. Struttura

LA STORIA DI VITA COME SDNL

La **storia di vita** personale può essere concepita come un Sistema Dinamico NON-Lineare in quanto presenta tutte le caratteristiche tipiche di un Sistema Complesso:

1. E' costituita da un gran numero di elementi (eventi, episodi) che seguono una traiettoria Non-Lineare
2. E' imprevedibile (caos deterministico)
3. E' fortemente influenzata dalle condizioni iniziali
4. Gli eventi di vita possono sincronizzarsi fra loro
5. Ogni evento è collegato strutturalmente agli altri

Dinamica diacronica dei Sistemi Psicofisiologici Non-Lineari (SPNL)

Perturbazioni complementari

STATO DINAMICO 1
- Stabilità e coerenza UFP
- Nessun *rumore* rilevabile dal sistema

Area Linearità
Oscillazioni nel Range

Soglia

STATO DINAMICO 2
-Forte turbolenza
- >Incoerenza e instabilità

ZONA N- L
Oscillazioni
Fuori Range

Area Biforcazione
Punto Biforcazione

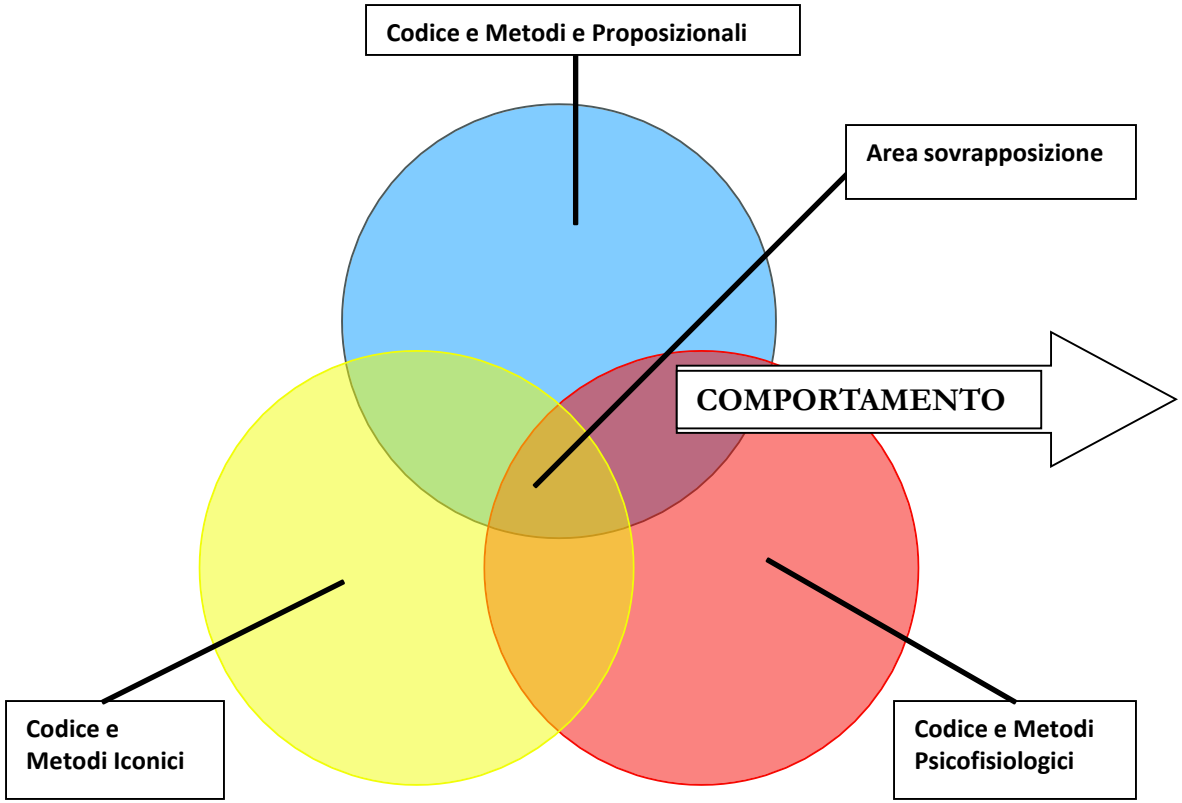
SINTOMO
Disturbi Asse I

MALATTIA
Inversione Emotiva
A = P

STATO DINAMICO 3
- Nuovo stato di stabilità dinamico a > complessità

Introduzione ai metodi di Psicoterapia

- Sarebbe preferibile evitare l'uso di termini come "*controllo*" e "*autocontrollo*" che potrebbero ingenerare confusione ed essere male interpretati in modo rigido e fuorviante e utilizzare invece il concetto centrale di **autoregolazione**
- In tal senso è più utile avere a disposizione una classificazione che tenga conto maggiormente dei processi individuali di codifica piuttosto che del blocco-bersaglio su cui agisce la tecnica


Codice e Metodi e Proposizionali
Area sovrapposizione
COMPORTAMENTO
Codice e
Metodi Iconici
Codice e Metodi
Psicofisiologici

Introduzione ai metodi di Psicoterapia

- I vari metodi agiscono in modo **prevalente** su un codice preferenziale
- Tuttavia, essendo i codici in stretta **relazione** fra di loro e presentando delle aree di sovrapposizione, ciascun metodo agirà anche sugli altri codici
- In tal senso, l'utilizzo più efficace dei metodi con maggiori probabilità di produrre il cambiamento è quello, laddove possibile, quello **integrato**

Introduzione ai metodi di Psicoterapia

USO TRADIZIONALE DELLE TECNICHE

1. Modificazione “idee irrazionali” (Ellis,1962) e delle “convinzioni distorte” (Beck, 1976) sottese alle emozioni disturbanti
2. Uso “correttivo” delle tecniche
3. Inserite in una strategia terapeutica incentrata esclusivamente **all’eliminazione del sintomo**
4. Impiego delle tecniche in un contesto relazionale di tipo pedagogico-direttivo

Introduzione ai metodi di Psicoterapia

Ciò può condurre a una serie di **rischi** come:

1. sbagliare la **tempistica** di impiego
2. ostacolare il processo di autoesplorazione e autoscoperta del paziente
3. ignorare il **senso** del sintomo
4. produzione di **nuova sintomatologia** a fronte della scomparsa di quella precedente

Introduzione ai metodi di Psicoterapia

USO DEI METODI NEL CONTESTO DEI SISTEMI DINAMICI NON-LINEARI (SDNL)

1. Si passa da una visione prevalentemente "**correttiva**" (tecniche) a una visione delle stesse considerate come "**tattiche**" (**metodi**) da utilizzare nell'ambito di una strategia mirata allo sviluppo graduale del processo di **autoconsapevolezza** del paziente (Sacco,1989,1994, 2003, 2011)

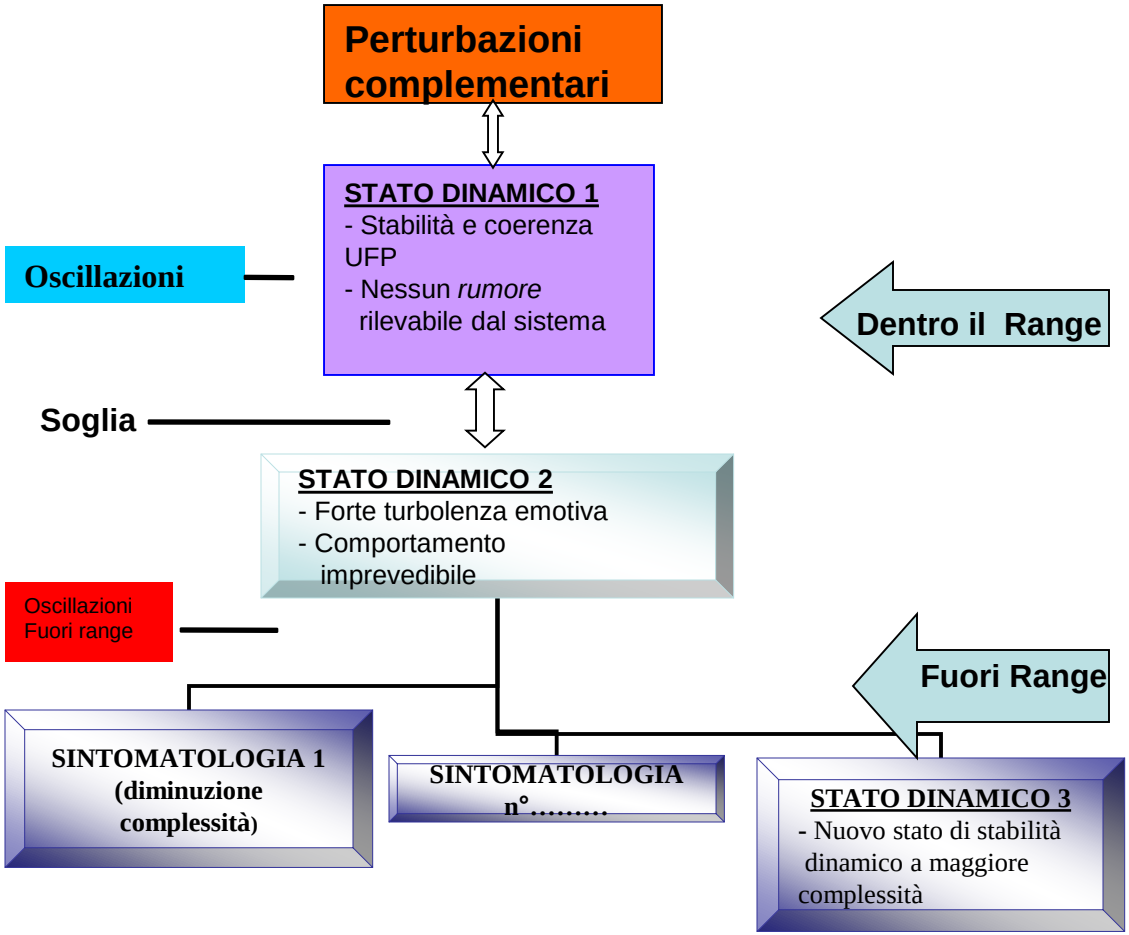
Introduzione ai metodi di Psicoterapia

2. I metodi di psicoterapia sono principalmente finalizzati alla **modulazione** dei passaggi e delle **trasformazioni** da uno stato dinamico di minor complessità a quello successivo di **maggior complessità**
3. Tale livello di maggior complessità si raggiunge attraverso:

Introduzione ai metodi di Psicoterapia

- il ri-orientamento e la ri-organizzazione dei **processi mnestico-attentivo-percettivi** partendo dal problema presentato
- La facilitazione e la stimolazione dei processi di pensiero creativo e in particolare del fenomeno dell'***insight*** nella soluzione delle problematiche individuali
- Anche se i meccanismi dell'*insight* sono meno noti rispetto ad altre modalità di pensiero "solutore di problemi" sono conosciute alcune cause che lo possono ostacolare.

Dinamica dei SDP



Introduzione ai metodi di Psicoterapia

CONDIZIONI OSTACOLANTi IL PROCESSO DI *INSIGHT*

1. **Fissità funzionale** (difficoltà o incapacità nel considerare un problema da un altro punto di vista rispetto a quello già sperimentato)
2. **Set mentale o configurazione del problem solving**

(dovendo risolvere un compito più semplice di uno già affrontato si tende ad applicare la procedura già applicata in precedenza sebbene più complessa)

Introduzione ai metodi di Psicoterapia

3. **Stati emotivi interferenti** (ansia, depressione, rabbia,ecc.)

- Tali fattori, molto presenti in ambito psicopatologico e psicoterapeutico, costituiscono un grosso **impedimento** sulla strada del cambiamento terapeutico
- Essi sono in relazione significativa con alcuni **disturbi** della memoria della percezione e dell'attenzione

Introduzione ai metodi di Psicoterapia

- E’ proprio in tal senso che è più opportuno parlare di “**metodi**” piuttosto che di “**tecniche**”, in quanto si tratta **dell’apprendimento complesso** di **nuove modalità** di gestione dei problemi personali e delle fasi di passaggio e di trasformazione da uno **stato dinamico** a quello successivo
- Tali modalità si presentano come vere e proprie nuove **configurazioni metodologiche** che dovrebbero consentire al paziente l’acquisizione di nuovo approccio alle sue problematiche esistenziali

Focalizzazione sensomotoria immaginativa

- La **Focalizzazione sensomotoria immaginativa** (FSI) (Sacco, 2003, 2011) consiste, in sintesi, nel proporre e guidare il paziente nell'esplorazione di un'immagine o fantasia spontanea o concordata attraverso più canali possibili, oltre quello visivo (acustico, olfattivo, tattile, cinestetico, ecc.)
- Durante la **FSI** va evitata la suggestione di contenuti indotti da parte del terapeuta che dovrebbe assumere un atteggiamento meno direttivo possibile e di **facilitatore** della produzione di contenuti personali del paziente.

Focalizzazione sensomotoria immaginativa

- E' evidente l' importanza prima di ogni altra cosa di un buon *assessment* attraverso cui ricavare una conoscenza adeguata del paziente
- In particolare delle sue **capacità immaginative**, dei suoi canali preferenziali e delle sue problematiche
- In tal senso, resta centrale la costruzione di una buona **relazione terapeutica** collaborativa, base essenziale di ogni altra operazione terapeutica.

Focalizzazione sensomotoria immaginativa

- Attraverso la **FSI** si possono, partendo da frammenti anche confusi di materiale spontaneo, o da altre scene già elaborate, recuperare frammenti mnestici di memorie a contenuto emotivo, riferite ad esperienze autobiografiche più o meno recenti del paziente.
- Questo materiale, come abbiamo accennato, sarà poi elaborato per mezzo del **sistema proposizionale – semantico**, al fine di raggiungere nel paziente una miglior capacità di autoregolazione dei livelli disturbanti di *arousal* e ridurre i fattori di inibizione delle sue capacità di *problem solving.*

Focalizzazione sensomotoria immaginativa

I) Fase di preparazione

- *Training* di addestramento al rilassamento (si veda, per esempio, Goldwurm et al., 1986), oppure **BFT**
- Esercizi di respirazione
- Se è il caso, effettuare un *Training* di esercitazione e potenziamento delle capacità immaginative: spesso si presentano in terapia dei pazienti che hanno bisogno di affinare, sviluppare o potenziare certi aspetti della loro capacità immaginativa, avendo però già delle sufficienti disposizioni di base.

Focalizzazione sensomotoria immaginativa

- Per tale scopo, un opportuno *training* di addestramento può far incrementare le probabilità di accrescere le capacità di utilizzare l'immaginazione in modo più efficace per gli scopi terapeutici (Lang et al., 1980, 1987, Lazarus, 1977).

II) *Identificazione scena - trigger*

- L'identificazione della scena di avvio è una fase particolarmente delicata. Infatti, tale scena dovrebbe essere presentata spontaneamente dal paziente, ma a volte, questo non si verifica.
- Quando il paziente non porta del 'materiale spontaneo' allora il lavoro del paziente diventa più difficile e si dovrà indirizzare alla ricerca di quelle scene significative della vita del paziente che presentano un alto contenuto emotivo.

Focalizzazione sensomotoria immaginativa

- Una volta scelta la scena – *trigger* si chiederà al paziente di annotarla su di un quaderno in seduta sotto la guida del terapeuta.

III) Fase esecutiva

- La prima seduta della fase esecutiva inizia con gli esercizi respiratori e di rilassamento.
- In seguito il terapeuta inizierà a proporre al paziente di visualizzare la scena – *trigger* dapprima solo a livello visivo, poi verrà stimolato ad utilizzare gli altri canali rappresentativi immaginativi (acustico, olfattivo, cinestetico, ecc.), partendo da quelli più familiari per il paziente stesso.

Focalizzazione sensomotoria immaginativa

- E' importante che il terapeuta NON suggerisca delle scene o dei frammenti di esse al paziente, in modo da non inibire o manipolare il processo di *insight* e auto-scoperta del paziente e a tal fine, è senz'altro più utile intervenire incoraggiandolo con frasi del tipo "*Ed ora cosa vede?",* oppure, "*Adesso cosa succede?",* oppure, "*E ora come si sente* ?", ecc.
- E' buona regola, generalmente, non far salire il livello emotivo del paziente a livelli eccessivamente intensi; qualora ciò dovesse avvenire è preferibile interrompere la scena e aiutare il paziente a tranquillizzarsi.

Focalizzazione sensomotoria immaginativa

- Un'ulteriore buona regola è quella di non far durare le scene immaginative, inizialmente, per non più di qualche minuto, successivamente per un massimo di 10-15 minuti.

IV) Fase finale

- Nella fase finale, al termine della elaborazione della scena immaginativa, si procede con 'esercizi di ripresa' tipo quelli del training autogeno.
- Successivamente, si passa all'**analisi cognitiva** dei contenuti della scena immaginativa e si elaborano col codice preposizionale – semantico le emozioni esperite durante la scena immaginativa.