



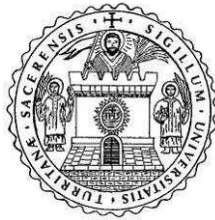
Università degli Studi di Sassari
Facoltà di Architettura
Dipartimento di Architettura e Pianificazione

Dottorato di Ricerca in "Progetto Ambientale dello Spazio"
XIX CICLO

Gioco/Simulazione Urbana e Scienza
delle Reti Complesse: criteri per
l'implementazione di teorie e modelli

Roberto Cossu

Anno Accademico
2006 - 2007



Università degli Studi di Sassari
Facoltà di Architettura
Dipartimento di Architettura e Pianificazione

Dottorato di Ricerca in "Progetto Ambientale dello Spazio"
XIX CICLO

***Gioco/Simulazione* Urbana e Scienza delle Reti Complesse: criteri per l'implementazione di teorie e modelli**

Roberto Cossu

Anno Accademico
2006 - 2007

Il Relatore
Prof.ssa Paola Rizzi

Il Coordinatore
Prof. Giovanni Maciocco

Università degli Studi di Sassari
Dipartimento di Architettura e Pianificazione
Dottorato di Ricerca "Progetto Ambientale dello Spazio"
XIX Ciclo

Relazione del Collegio dei Docenti sulla tesi del dottorando Roberto Cossu

Titolo:

Gioco/Simulazione Urbana e Scienza delle Reti Complesse: criteri per la implementazione di teorie e modelli

Relatore Prof.ssa Paola Rizzi

Il quadro generale all'interno del quale la ricerca di Roberto Cossu si colloca è quello dello studio delle reti di conoscenza, saperi e relazioni che si creano e modificano all'interno di organizzazioni complesse e che stanno alla base dei processi decisionali che determinano il progetto e la modificazione dello spazio fisico. Tali reti rappresentano l'infrastruttura conoscitiva di quelle organizzazioni complesse e debolmente strutturate che si confrontano all'interno di processi di pianificazione urbana e territoriale. Tale infrastruttura può essere osservata ed interpretata per comprendere ed intervenire, a fini progettuali, su quei fenomeni che contribuiscono a modificare forma e significati dell'urbanità intese come combinato complesso di componenti materiali (edifici ed infrastrutture, in breve l'urbs) ed immateriali (capitale umano e relazionale, in breve la civitas).

La ricerca di Roberto Cossu ha quindi l'obiettivo di sviluppare delle modalità di implementazione delle teorie e dei modelli della scienza delle reti complesse nella Gioco/Simulazione Urbana (GSU) partendo da due assunti fondamentali e da un'ipotesi fondamentale.

Il primo assunto, che scaturisce dalla esplorazione dello stato dell'arte della teoria sulla Gioco/Simulazione, considera i GSU come sistemi sociali e al contempo modelli di sistemi sociali intesi appunto come organizzazioni complesse adattive; infatti gli attori/agenti che vi prendono parte danno vita e modellano nuovi spazi di interazione utilizzando la modalità del gioco, all'interno di un ambiente protetto, come linguaggio naturale per la comunicazione e la simulazione di nuove forme di complessità organizzata;

Il secondo assunto, frutto dello studio approfondito e della correlazione tra teorie e concetti emergenti provenienti dalla letteratura nel campo della Pianificazione Territoriale, della Scienza delle Organizzazioni e della Sociologia Urbana, considera la Città come una organizzazione complessa adattiva e la GSU come uno strumento utile a "vedere, guardare", esplorare e capire, scientificamente ed empaticamente, la Città attraverso le sue proprie reti organizzative e conversazionali.

L'ipotesi di ricerca, partendo dalla verifica che la Gioco/Simulazione urbana rappresenta una tecnica di comunicazione, interazione ed indagine fino ad ora sotto utilizzata ed in generale scarsamente orientata a fini progettuali, considera possibile un incremento significativo del suo impiego e orientamento in senso progettuale attraverso l'implementazione delle teorie e dei modelli della scienza delle reti complesse. Tale potenziamento, di riflesso, amplificherebbe la capacità da parte del pianificatore di vedere, guardare, esplorare e capire scientificamente ed empaticamente la Città attraverso la decifrazione delle reti organizzative e conversazionali che ne costituiscono il cuore pulsante.

La verifica dell'ipotesi ha richiesto, da parte del dottorando, l'esplorazione dei campi disciplinari precedentemente citati. Questa attività di ricerca di tipo trasversale con la conseguente ricostruzione dello stato dell'arte sulla GSU e sulla Scienza delle reti complesse ha permesso di cogliere con chiarezza che la struttura della ricerca scientifica tradizionale mostra un panorama fortemente frammentato nei vari ambiti disciplinari aggravando la scarsità di coerenza negli studi nel campo della Gioco/Simulazione. Allo stesso tempo gli elementi comuni di ciascun campo disciplinare ha rivelato le potenzialità di sviluppo concreto di nuovi concetti e aprire ulteriori strade alla ricerca. Viene presentata una prospettiva di convergenza a partire dai domini delle singole discipline mettendo in luce la gioco/simulazione come sistema sociale complesso e più in particolare come sistema adattivo complesso.

Gli esiti permettono di disegnare un panorama multifaccettato di possibili applicazioni pratiche nel campo della pianificazione urbana e territoriale e sviluppi per la ricerca teorica ed empirica anche in altre discipline: in testa la Gioco/Simulazione.

Le riflessioni finali sviluppate da Roberto Cossu mostrano che la modellizzazione e lo studio di sistemi complessi attraverso la simulazione con il coinvolgimento di attori/agenti non artificiali in ambienti collaborativi complessi rappresenta una possibilità straordinariamente efficace per la rappresentazione delle situazioni problematiche, l'analisi e la formulazione di ipotesi di soluzione di tipo progettuale. Tale efficacia non può prescindere dall'ausilio diretto della potenza elaborativa dei computer moderni che giocano il ruolo importante di ausilio alla decisione. Tra tutte risulta certamente più affascinante l'idea di considerare il concetto di comportamento collaborativo alla stregua di un germe da veicolare e diffondere velocemente: una sorta di contagio che aiuta a riconoscere che seppur cooperare costi maggiore fatica personale, il sistema-città, inteso come società complessa adattiva e come esito della modificazione dello spazio fisico, ne può trarre maggiore beneficio.

Il lavoro di ricerca in senso stretto condotto da Roberto Cossu è stato accompagnato da altre attività rilevanti nel corso dei tre anni, alcune delle quali hanno sentito di approfondire alcuni temi della ricerca e di presentare e discutere una prima parte dei risultati all'interno della comunità scientifica internazionale:

- partecipazione alla quarta conferenza nazionale INPUT (Informatica e Pianificazione Urbana e Territoriale), presentazione dell'articolo "Un'esperienza di progettazione partecipata nella ri-qualificazione urbana di un quartiere del Comune di Selargius". Settembre 2005

- partecipazione al workshop internazionale tenutosi presso il Department of Arts, Architecture and Planning della Università di Cincinnati (24 ott - 9 nov) 2005

- Agosto 2006 Frequentazione della Scuola Estiva Internazionale dal titolo "Art and Science of Simulation & Gaming Design" tenutasi a Dornbirn (Austria) presso l'Università di Scienze Applicate Voralberg

- Luglio 2007 Partecipazione alla Conferenza Internazionale CUPUM2007 "Computers in urban Planning and Urban Management" in Brasile. Presentazione di due contributi:

1. "Gaming simulation: a tool for empower social scale-free networks. Some reflections on the impact in urban planning"

2. "Power of Empowerment: Some Questions on use of old and new ICT"

- Agosto 2007 Scuola Estiva Internazionale dal titolo "Design of Gaming Simulation for Urban Management and Urban Planning" tenutasi a Venezia presso lo IUAV

- dalla realizzazione delle seguenti pubblicazioni:

1. Cossu R., Caschili L. "Un'esperienza di progettazione partecipata nella ri-qualificazione urbana di un quartiere del Comune di Selargius" in atti della quarta conferenza nazionale INPUT (Informatica e Pianificazione Urbana e Territoriale), FrancoAngeli, Milano 2005

2. Cossu R., Caschili L. "Il progetto ambientale dello spazio in situazioni di bordo: interpretazioni e approcci locali" in G. Maciocco, P. Pittaluga (a cura di), Il Progetto Ambientale in aree di bordo, FrancoAngeli, Milano 2006

3. Cossu R., et. al. "Sito archeologico/Museo/Città - un progetto urbano per Quartucciu", pubblicato negli atti del Convegno Nazionale "URBANISTICA & ARCHITETTURA - Il ruolo del progetto Urbano nella riqualificazione della città contemporanea" tenutosi a Genova, al 22 al 23 Giugno 2006

4. Cossu R., Rizzi P., "Gaming simulation: a tool for empower social scale-free networks. Some reflections on the impact in urban planning" in atti della Conferenza Internazionale CUPUM2007 "Computers in urban Planning and Urban Management" in Brasile, 10-13 luglio 2007

5. Rizzi P., Cossu R., Caschili L. "Power of Empowerment: Some Questions on use of old and new ICT" in atti della Conferenza Internazionale CUPUM2007 "Computers in urban Planning and Urban Management" in Brasile, 10-13 luglio 2007

Alghero, 26.09.2007

Il coordinatore del Dottorato
Prof. Giovanni Maciocco



Il segretario verbalizzante
Prof.ssa Paola Pittaluga



RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è il frutto di un lungo cammino, momenti di esaltazione e altri nei quali la strada si è rivelata buia, stretta e in salita. Soprattutto allora è stato propizio e di fondamentale importanza l'aiuto straordinario di tanti che hanno avuto la pazienza di ascoltare, infondermi coraggio, fornire preziosi consigli e indicazioni per il compimento della ricerca.

Per questo desidero ringraziare tutte le persone straordinarie incontrate durante la ISAGA Summer School 2007 sulla Urban Gaming Simulation tenutasi a Venezia, ed in particolare: il Prof. Jan Klabbers per il suo supporto generoso e continuo fin dal nostro primo incontro nel 2006 in Austria. Le sue osservazioni e i suoi consigli profusi durante il lavoro insieme alla realizzazione del prototipo di un Urban Policy Exercise, mi hanno permesso di affinare ulteriormente la comprensione per una disciplina tanto affascinante quanto difficile da afferrare; e il Prof. Hidehiko Kanegae per avermi indicato come superare le ingenuità presenti nella prima versione della Tesi.

Desidero inoltre ringraziare coloro che ho avuto la fortuna di incontrare in occasione della Conferenza Internazionale CUPUM 2007 tenutasi in Brasile, ed in particolare: il Prof. John Dickey per avermi spiegato il suo approccio allo studio dei sistemi complessi e la tecnica di raccolta e analisi delle variabili all'interno del progetto PA Genome rivelandosi di preziosa ispirazione per alcune idee contenute nella presente ricerca; e il Prof. Toshiyuki Kaneda per aver seguito con grande attenzione e partecipazione la presentazione dell'articolo sul quale è fondamentalmente basata la presente ricerca, e per tutte le preziose osservazioni per l'approfondimento dello studio delle Reti Complesse.

Non posso dimenticare le lunghe chiacchierate ed i preziosi consigli della Prof.ssa Paola Pittaluga che ha seguito questo lavoro dai primi momenti e che mi ha dato modo di sperimentare e scoprire sempre più il gusto per la ricerca. Il suo è stato un supporto umano e scientifico importante così come il contributo fornito dal Collegio dei Docenti. Come noto, la ricerca senza il materiale bibliografico sarebbe impossibile. Per questo il mio ringraziamento è doveroso nei confronti di Sara Murgia, la fata della Biblioteca di Facoltà "Fernando Clemente".

Ringrazio, naturalmente, tutti i colleghi del XX° ciclo del Dottorato di Ricerca sul Progetto Ambientale dello Spazio per i reciproci incoraggiamenti, e per gli interessanti spunti e la preziosa ispirazione che ho potuto trarre dal loro lavoro. Tra tutti un ringraziamento profondo a Luca Caschili per le lunghe e appassionate chiacchierate sul tema della partecipazione e sulle tecniche di comunicazione. Grazie a Maddalena Mameli, Tanja Congiu ed Enrico Cicalò. Grazie a voi, ho potuto scoprire il mondo di Costantino Nivola e Le Corbusier, capire tante cose sulla "mobilità e lo spazio dei flussi", e soffermarmi a riflettere sulle implicazioni che il concetto di "paesaggio pubblico" hanno sulla Pianificazione Urbana e Territoriale.

In chiusura, uno speciale ringraziamento alla Prof.ssa Paola Rizzi per le doti umane ed il rigore scientifico che ha saputo "mettere in gioco" nel consigliarmi per tutto il corso del Dottorato, ma soprattutto nell'ultimo anno e mezzo di ricerca.

*...a Elena e Simone,
per il sostegno e la pazienza dimostrati
nell'aspettare che il marito e papà
concludesse con soddisfazione un'esperienza
straordinaria...*

*... e alla «Speranza
Progettuale»...*

INDICE

INTRODUZIONE GENERALE 17

1. LA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA

1.1. SIMULAZIONE, GIOCO, GIOCO/SIMULAZIONE 33

1.1.1 La simulazione come modalità di ricerca, sperimentazione e rappresentazione33

1.1.2 Modelli qualitativi e quantitativi.....37

1.1.3 Il gioco come modalità di conduzione delle simulazioni38

1.1.4 La Gioco/Simulazione come linguaggio naturale per l'interazione e l'innovazione in organizzazioni complesse42

1.1.5 Limiti della Gioco/Simulazione in generale54

1.2 GIOCOSIMULAZIONI URBANE NEL XXI° SECOLO 56

1.2.1 Gocosimulazioni urbane e modelli quantitativi a grande scala: ascesa e crisi.....56

1.2.2 Gocosimulazioni urbane come artefatto: Community Land Use Game (CLUG) e Simulated Society (SIMSOC).....59

1.2.3 Giochi Urbani a grande scala77

1.3 NUOVE PROSPETTIVE PER LA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA: TEORIE E MODELLI DELLA SCIENZA DELLE RETI COMPLESSE 81

1.3.1 Una teoria sulla Gioco/Simulazione83

1.3.2 Teorie e Modelli della Scienza delle Reti Complesse nella Gioco/Simulazione Urbana..... 101

2. SCIENZA DELLE RETI COMPLESSE: TEORIE E MODELLI PER LA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA

2.1. RETI COMPLESSE: TEORIE E MODELLI 107

2.1.1 Sincronia 122

2.1.2 Reti di piccolo mondo (Small world networks)..... 127

2.1.3 Reti ad invarianza di scala (Scale-Free Networks)..... 130

2.1.4 Robustezza, ridondanza, resilienza, ricercabilità, feedback (4r e una f)..... 133

2.1.5 Contagio e diffusione: «soglia critica» e «punti critici» 136

2.2. ALCUNI ESEMPI DI UTILIZZO DEL CONCETTO CLASSICO DI RETE 147

2.2.1 Pianificazione Territoriale: il Master Plan per lo Strijp Philips ad Eindhoven..... 148

2.2.2 Sociologia Urbana: il modello "Spazio Partecipazione" 151

2.2.3 Gocosimulazioni: PERFORM-P 155

2.3 LA IMPLEMENTAZIONE DELLE TEORIE E DEI MODELLI DELLE RETI COMPLESSE NELLA <i>GIOCO/SIMULAZIONE</i> URBANA	164
2.3.1 Perché implementare teorie e modelli delle reti complesse nella Gioco/Simulazione applicata alle questioni urbane.....	166
3. RIFLESSIONI SULLA RICERCA	177
3.1 Principali elementi teorici che emergono dalla ricerca	179
3.2 Prospettive di sviluppo della ricerca	181
3.3 Riflessioni conclusive	184
BIBLIOGRAFIA	187

INTRODUZIONE GENERALE

L'obiettivo di questa ricerca è quello di fornire un contributo agli studi che mirano ad incrementare l'efficacia della *Gioco/Simulazione* favorendone un orientamento a fini progettuali, in questo caso specifico, grazie alla implementazione delle teorie e dei modelli della scienza delle reti complesse. Tale obiettivo si basa su tre assunti di base.

In primo luogo la *Gioco/Simulazione* viene qui considerata una tecnica simulazione fino ad ora scarsamente utilizzata nell'ambito della Pianificazione urbana nonché poco orientata, pur avendone le potenzialità, alla costruzione di visioni e progetti per il futuro.

In secondo luogo, dalla esplorazione dello stato dell'arte sulla *Gioco/Simulazione* emerge che le sue applicazioni pratiche dette *giocosimulazioni* costituiscono dei sistemi sociali e sono al contempo *modelli di sistemi sociali* intesi come organizzazioni adattive complesse: gli *attori/agenti* che vi prendono sperimentano nuovi spazi di interazione attuando dei modelli all'interno di un ambiente protetto attraverso la modalità del gioco, e scoprendo nella *giocosimulazione* un linguaggio efficace per la comunicazione e l'interazione.

In terzo luogo, dallo studio approfondito e della correlazione tra teorie e concetti emergenti provenienti dalla letteratura nel campo della Pianificazione Territoriale, della Scienza delle Organizzazioni e dalla Sociologia Urbana, emerge che i sistemi urbani si configurano come «sistemi adattivi complessi»¹ e le *giocosimulazioni urbane* sono uno strumento utile ad esplorarli empaticamente e a comprenderne scientificamente il

¹ Per «sistema adattivo complesso» (J. H. Holland [1996], *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*, Perseus, Cambridge) si intende un sistema sociale costituito da un ambiente interno e un'interfaccia che lo mette in comunicazione con un ambiente esterno più esteso. Il sistema scambia continuamente informazioni (dati, energia) con il suo ambiente esterno attraverso l'interfaccia. I processi interni sono tali che il sistema è in grado di riprodursi (autopoiesi) e di elaborare, attraverso la mediazione dell'interfaccia, gli stimoli dall'ambiente esterno traendone beneficio e senza mutare qualitativamente la sua struttura interna (resilienza). Nel caso dei sistemi sociali si può pensare a sistemi composti da agenti pensanti che interagiscono tra loro e ai quali non necessariamente è applicabile la teoria della razionalità (Miller, Page, 2007).

funzionamento delle reti organizzative e conversazionali che li strutturano.

Il quadro generale all'interno del quale la presente ricerca si colloca è quello degli studi che si occupano di comprendere le reti di conoscenza, saperi e relazioni che si creano e modificano all'interno di organizzazioni complesse e che stanno alla base dei processi decisionali che determinano il progetto e la modificazione dello spazio fisico. Tali reti, che rappresentano l'infrastruttura conoscitiva e comunicativa di quelle organizzazioni complesse debolmente strutturate² che si confrontano all'interno di processi di pianificazione urbana e territoriale, possono essere osservate ed interpretate per comprendere ed intervenire, a fini progettuali, su quei fenomeni che contribuiscono a modificare forma e significati dell'urbanità intese come combinato complesso di componenti materiali (edifici ed infrastrutture, in breve l'*urbs*) ed immateriali (capitale umano e relazionale, in breve la *civitas*).

La *Gioco/Simulazione* viene definita in questa ricerca come una «tecnica di simulazione per apprendere e agire sulla realtà attraverso l'uso delle dinamiche interattive tipiche del "giocare"». La modalità del giocare è una forma di interazione tra *attori/agenti* che gestiscono delle *risorse* in base a *regole* date anche se in questa sede non ci si riferisce alla teoria matematica, nota appunto come Teoria dei Giochi, ma alla configurazione tipica dei rapporti tra componenti di una organizzazione complessa più o meno strutturata.

I termini chiave che descrivono la natura di questa tecnica simulativa sono: *play*, *game* e *simulation*. Il termine *play* si riferisce al gioco come atto, come attività umana tesa all'interazione spontanea considerata fondante per tutte le specie animate in quanto

² Con questa definizione si intendono quelle forme di aggregazione tra soggetti diversi, pubblici e/o privati, che per interesse e/o necessità si trovano sempre più spesso costretti a stringere accordi e alleanze attorno a progetti territoriali di valenza anche notevole. In questi casi la pluralità di soggetti aggregati, che chiameremo nodi, costituisce una rete all'interno della quale mancano spesso robuste capacità di relazione e collaborazione tra i nodi stessi. La costruzione e/o il potenziamento di tali relazioni può essere un campo di applicazione della *Gioco/Simulazione Urbana* di interesse rilevante.

attitudine biologica (Bateson, 1958) nota ancora prima dell'avvento di quella stratificazione di memorie, sapere e conoscenza oggi declinata nelle varie culture (Huizinga, 1938). Il termine *game* è riferito in letteratura alla configurazione particolare che è possibile assegnare al gioco determinandone il grado di ludicità e la natura collaborativa o competitiva. Il termine *simulation*, infine, si riferisce all'esercizio di un *modello*, esprimibile con linguaggio matematico formale o in altra forma, che riproduce il comportamento di un sistema di riferimento, reale o puramente astratto, mediante l'uso di programmi per computer o l'interazione diretta: nel primo caso si parlerà di interazione tra «agenti»; nel secondo caso di interazione tra «attori» reali³. La presente ricerca è focalizzata su questa seconda modalità di interazione che viene definita *simulazione interattiva* mentre non vengono trattate direttamente le simulazioni fatte al computer. *Simulazioni interattive* e simulazioni al computer sono da considerarsi complementari, ma si ritengono le prime maggiormente efficaci, per la loro immediatezza e possibilità di attivare, studiare e agire sulle dinamiche di interazione complessa che sono tipiche di quei sistemi sociali debolmente strutturati che si confrontano all'interno di processi di pianificazione urbana e territoriale. La differenza sostanziale sta nel tipo di modello alla base dei due tipi di simulazione ossia se si adottano rispettivamente *modelli qualitativi*, *modelli quantitativi* o *quali-quantitativi*.

Nelle simulazioni al computer è necessario definire dei modelli quantitativi espressi mediante linguaggi formali che richiedono basi di dati via via crescenti per poter affinare la capacità di riprodurre la realtà. Questa attività può richiedere poco tempo per la implementazione del modello come programma per computer, ma ancora più tempo per la raccolta ed inserimento dei dati, oltre che a sempre crescenti disponibilità di memoria e risorse di calcolo. Il limite maggiore però è rappresentato dalla disponibilità di "buoni dati" senza i quali qualsiasi modello quantitativo, per quanto perfetto, inficerebbe in partenza l'attendibilità della teoria sottesa dal modello stesso. Se è vero che una volta implementato il modello la velocità di

³ Verrà fatto uso anche della seguente notazione «attori/agenti» quando si vorrà sottolineare nel discorso la sostanziale ambivalenza tra simulazioni interattive e simulazioni al computer.

calcolo e di produzione della simulazione ripagano il tempo investito inizialmente, è vero anche che lo stesso rimane confinato all'interno del computer e non ha conseguenze dirette sulla modificazione della realtà se non nella misura in cui i risultati della simulazione vengono interpretati dal ricercatore/pianificatore.

Nelle *simulazioni interattive*, che prevedono l'interazione diretta tra attori reali, i modelli utilizzati sono solitamente di tipo qualitativo o quali-quantitativi e richiedono, di solito, una quantità modesta di dati per essere implementati. Soprattutto risultano comprensibili e manipolabili con facilità in quanto la loro complessità viene espressa mediante concetti e sono descritti il più delle volte sotto forma di racconto o scenario. Inoltre, il punto di osservazione del pianificatore è interno al sistema ed egli ne fa parte integrante.

La *Gioco/Simulazione*, grazie alla possibilità che fornisce di simulare sistemi complessi attraverso dinamiche interattive a vario grado di ludicità, viene utilizzata da tempo nel campo dell'apprendimento e dell'addestramento, ma non rappresenta una novità. In Italia non è particolarmente diffusa anche se sono diversi gli studi e i tentativi fatti a partire dai primi anni Settanta⁴.

Nonostante sin dall'inizio del XX° secolo la *Gioco/Simulazione* si sviluppa e si diffonde soprattutto come prassi all'interno di numerose comunità professionali e accademiche, si osservano delle difficoltà nel collaborare interdisciplinariamente al fine di innovare ed elaborare un quadro teorico unificante e largamente riconosciuto. Inoltre, il panorama fortemente frammentato nei vari ambiti disciplinari della ricerca scientifica tradizionale ha contribuito alla scarsità di coerenza negli studi nel campo della *Gioco/Simulazione*. Anche se questo ostacolo, almeno in letteratura può considerarsi colmato⁵ e nonostante si possa sicuramente affermare che il più grosso impulso allo sviluppo empirico e teorico per la

⁴ In campo nazionale si vedano, risalenti a quel periodo, i lavori di Gianluigi Sartorio (1976) Alberto Bottari (1978), Cecchini e Indovina (1987), Cecchini e Recla (1988), solo per citarne alcuni.

⁵ È del 2006 il volume di Klabbers che propone un quadro unificante. A tale lavoro si fa spesso riferimento all'interno della ricerca in quanto considerabile fino ad oggi come stato dell'arte nel campo della *Gioco/Simulazione*. Il suo lavoro seminale basato sulla concezione della *Gioco/Simulazione* come sistema sociale è stato ispiratore e una base solida per l'approccio critico e la formulazione delle idee proposte.

Gioco/Simulazione sia stato dato da studiosi delle problematiche urbane e di rapporti all'interno di comunità, molto rimane ancora da fare proprio quando si tratta di applicare tale tecnica alle tematiche e ai problemi urbani.

In tal senso nuove ed interessanti prospettive provengono dalle teorie e modelli della *scienza delle reti complesse*.

Nelle organizzazioni complesse si assume spesso la metafora della rete come paradigma strutturale, comunicativo e di interazione nel quale i nodi (gruppi di persone o singoli individui a seconda della scala di osservazione) sono capaci di interagire secondo una strategia collaborativa al fine di elaborare piccole innovazioni, che nel lungo periodo, riescono a garantire la capacità di risposta del sistema alle sollecitazioni esterne. Perciò, se la qualità della rete è data dalla qualità e dalla consapevolezza che i propri nodi manifestano nel comportamento organizzativo, rimangono aperte tre questioni fondamentali: come migliorare la capacità di interazione reciproca tra i nodi; come rendere questi cambiamenti durevoli nel tempo; come utilizzare proficuamente la *Gioco/Simulazione Urbana* a tale scopo.

Le recenti conquiste negli studi sulle reti e sulle organizzazioni forniscono gli elementi per poter spiegare come i singoli individui e gruppi interagiscono tra loro formando organizzazioni complesse secondo modelli di rete quali le reti di «piccolo mondo» [*Small-World networks*]⁶ e le reti ad «invarianza di scala» [*Scale-Free Networks*]⁷. La nuova sfida interdisciplinare emergente, definita generalmente in letteratura come *scienza delle reti complesse* o “nuova” scienza delle reti (Watts, 2004), è piuttosto recente e deve la sua rapida ascesa e diffusione grazie alla constatazione generale all'interno di scienze come la Matematica, la Fisica, la Biologia, e la Sociologia che è possibile scorgere all'interno delle strutture complesse, prima spiegate secondo solo in base alla teoria del caos, un'architettura reticolare. Ma quello che ha maggiore importanza è che nei sistemi e nei fenomeni naturali più diffusi, compresi i sistemi sociali, tale struttura non è statica bensì dinamica ed evolve nel tempo secondo

⁶ Cfr. paragrafo 2.1.2

⁷ Cfr. Paragrafo 2.1.3

regole e proprietà che sono descritte nei due modelli prima citati. Nasce sostanzialmente come una scienza interdisciplinare: si parte dalle basi costituite dalla Teoria dei Grafi formulata da Eulero nel 1736, per passare attraverso gli studi sociologici degli anni Sessanta relativi ai cosiddetti “sei gradi di separazione” condotti da Milgram e a quelli sulle relazioni tra individui condotti da Granovetter, fino agli sviluppi della «Analisi delle reti sociali» (*Social Network Analysis*)⁸ per poi tornare alla Matematica e alla Fisica: a partire dal 1998 vengono pubblicate le teorie e i modelli delle «reti di piccolo mondo» e delle «reti ad invarianza di scala» ad opera rispettivamente di Watts-Strogatz (1998) e Barabási-Albert (1999). Il successivo approfondimento e la verifica empirica di tali modelli sia da parte degli stessi autori che da parte di altri scienziati nel campo della matematica, fisica, biologia e sociologia, ha permesso di ampliare ulteriormente lo spettro possibile della loro applicazione, soprattutto per quanto riguarda l'immissione e la trasmissione di informazioni all'interno di reti complesse⁹.

⁸ La *Social Network Analysis* (una traduzione in italiano corretta potrebbe essere “Analisi delle Reti Sociali”) è una branca della Sociologia che si concentra sullo studio di due aspetti che caratterizzano le società in generale: la struttura reticolare e le conseguenze che tale tipo di struttura comportano in riferimento a quei fenomeni di propagazione delle informazioni o dell'esercizio di una particolare influenza da parte di alcuni soggetti rispetto a gruppi anche molto numerosi. La base analitica è costituita dalla teoria matematica dei grafi casuali che è stata sviluppata e adattata in forma originale. Soprattutto sono stati accostati in forma convincente alcune caratteristiche e comportamenti dei nodi di un grafo a quelli che sono i comportamenti e le caratteristiche sociali degli individui denominati *attori* che sono considerati come «entità sociali elementari». La struttura reticolare viene analizzata in base a sub-grafi elementari costituiti da due nodi - «diadi» (*dyads*) - o tre nodi - «triadi» (*triads*) - nei quali rispettivamente due o tre attori sono uniti da dei «legami relazionali» (*relational ties*). L'aggregazione di più diadi e triadi da luogo a «sottogruppi» (*sub-groups*) e «gruppi» (*groups*), mentre l'insieme di legami di tipo omogeneo vengono considerati in forma aggregata col termine «relazioni» (*relations*) utili a rappresentare le caratteristiche collettive della «rete sociale» (*social network*). Le caratteristiche di una rete sociale vengono misurate utilizzando delle metriche al fine di determinare, per esempio, la posizione di ciascun individuo rispetto al gruppo di appartenenza (ossia il grado di *centralità*). (Cfr. S. Wasserman, K. Faust (1994), *Social Network Analysis. Methods and Applications*. Cambridge University Press, New York). Il limite di questo approccio è che le analisi derivanti sono di tipo statico, cioè la rete viene definita in base alle metriche precedentemente descritte tralasciando il fatto che le relazioni tra gli attori non sono statiche ma dinamiche e che la struttura dipende e si modifica nel tempo proprio in base a queste. Tale limite, come spiegato nel secondo capitolo, sembra brillantemente superato dai modelli di Watts-Strogatz (1998) e di Barabási-Albert (2000). (Cfr. D.J. Watts, S. H. Strogatz (1998), *Collective Dynamics of Small World Networks*, *Nature*, 393, pp.440-442; D.J. Watts (1999), *Small Worlds*, Princeton University Press, Princeton NJ; D.J. Watts (2003), *Six Degrees*, W. W. Norton & Company Inc., New York; A. L. Barabási, R. Albert (1999), *Emergence of Scaling in Random Networks*, *Science*, 286, pp.509-512; A. L. Barabási (2002), *Linked. The New Science of Networks*, Perseus, Cambridge MA; D.J. Watts (2004) *The “New” Science of Networks*, *Annual Review of Sociology*, 30, pp. 243-270)

⁹ Si consideri che negli ultimi anni, i nuovi concetti di reti di piccolo mondo di e di rete ad invarianza di scala hanno innescato l'esplosione di numerosi studi empirici che hanno portato a dimostrare che l'ossatura di Internet, il cervello dei primati, le catene alimentari, il reticolo di reazioni metaboliche che avvengono nella cellula, i consigli d'amministrazione delle mille più importanti

La ricostruzione dello stato dell'arte sulla *Gioco/Simulazione* e sulla *scienza delle reti complesse* mostra interessanti aree di sovrapposizione ed influenza reciproca nonché potenzialità di sviluppo teoriche e pratiche concrete.

Le riflessioni finali spiegano come la modellizzazione di sistemi complessi attraverso le reti prima citate ed il loro studio attraverso simulazioni di ambienti collaborativi complessi, con il coinvolgimento di attori reali (*simulazioni interattive*), rappresenta una possibilità efficace per la comprensione e rappresentazione delle situazioni problematiche, l'analisi e la formulazione di ipotesi di soluzione di tipo progettuale, oltreché il favorire l'innovazione organizzativa.

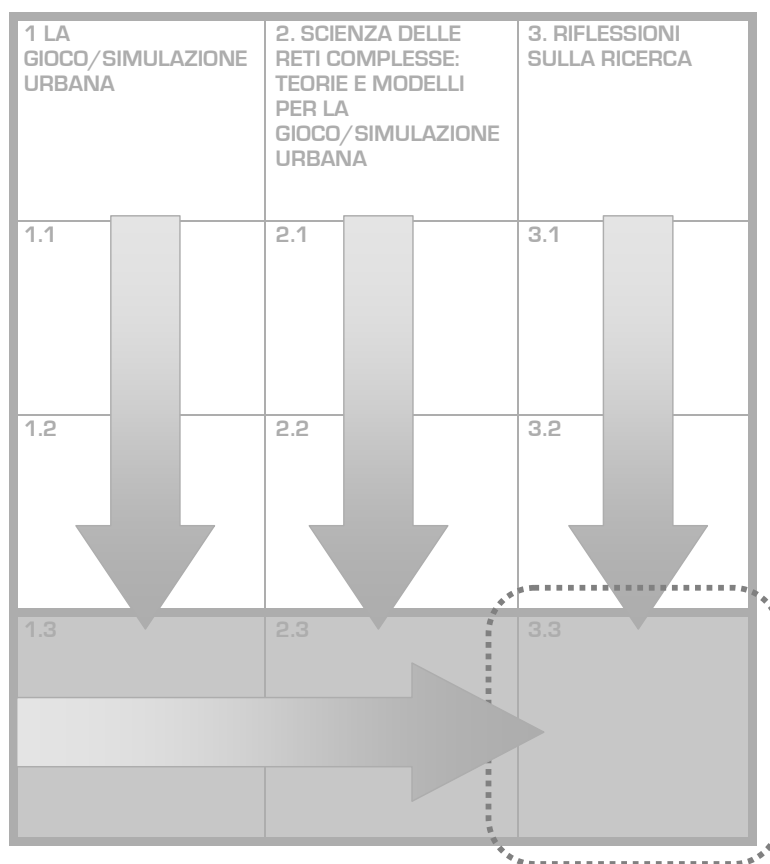
La conferma degli assunti di base della ricerca mostra l'emergere un panorama multifacettato di possibili applicazioni e sviluppi per la ricerca teorica ed empirica.

Il percorso espositivo della ricerca

Il percorso della ricerca è organizzato in tre parti e l'intero documento è rappresentabile come una scacchiera a nove caselle: ognuna rappresenta un paragrafo di un capitolo specifico costituito dalla concatenazione verticale dei paragrafi.

In riferimento alla figura che segue, possono essere scelti diversi percorsi di esplorazione del documento a seconda degli obiettivi del lettore. Il percorso che prevede la lettura in sequenza di tutte le parti garantisce il massimo contenuto di informazioni. Ogni parte può essere letta singolarmente seguendo la freccia in verticale oppure, facendo a meno di alcuni approfondimenti, è possibile seguire il percorso orizzontale costituito dagli ultimi paragrafi di ogni capitolo. Tale organizzazione dei contenuti rende il punto 2.3 fortemente trasversale e rappresentativo dell'intera ricerca, mentre il paragrafo 3.3 propone un bilancio della ricerca insieme a ulteriori riflessioni.

società americane secondo *Fortune*, e persino la struttura della lingua inglese sono delle reti di piccolo mondo oltreché ad invarianza di scala (Strogatz, 2003)



Il **PRIMO CAPITOLO**, dal titolo "*La Gioco/Simulazione Urbana*" si articola in tre paragrafi. Il **primo paragrafo** "Simulazione, Gioco, Gioco/Simulazione" ricostruisce e propone una visione dello stato dell'arte in materia partendo dall'analisi dei termini chiave della *Gioco/Simulazione* quali simulazione, e gioco inteso nelle sue due accezioni [*game* e *play*], le famiglie di modelli (qualitativi e quantitativi) che possono essere utilizzati; il significato e la peculiarità della tecnica che scaturisce dall'accoppiamento dei due termini Gioco e Simulazione fino ad individuare, rispetto ad evidenti criticità che hanno contribuito allo scarso e disomogeneo sviluppo teorico e pratico, nuove prospettive di sviluppo attraverso l'implementazione di teorie e modelli recentemente elaborati dalla Scienza delle Reti Complesse.

In particolare il punto **1.1.1** esplora e illustra il significato e l'utilità delle **simulazioni** come strumenti e modalità di ricerca,

sperimentazione e rappresentazione di fenomeni complessi. Le simulazioni possono essere considerate come delle teorie basate su modelli più o meno sofisticati della realtà che però è possibile manipolare e modificare in base ai risultati che si ottengono. Esse rappresentano dei veri e propri laboratori, sia reali che virtuali, che permettono di estendere i benefici del metodo sperimentale anche a quelle scienze e discipline che hanno a che fare con sistemi sociali adattivi complessi. In particolare si approfondisce la differenza e la complementarità tra le «simulazioni interattive» e le simulazioni al computer.

Il punto **1.1.2** spiega la differenza sostanziale tra i due tipi di simulazioni e cioè l'uso rispettivamente di modelli qualitativi o modelli quantitativi. Scegliere i primi o i secondi non è solo questione di avere a disposizione buoni dati attendibili e certificati, ma è lo scopo iniziale per il quale si decide di progettare ed eseguire la simulazione a fare la differenza. Non sempre un modello quantitativo è più efficiente di uno qualitativo soprattutto se si ragiona in termini di tempo e risorse richieste per l'implementazione di buoni dati.

Il punto **1.1.3** descrive il gioco come modalità naturale di interazione tra gli esseri umani, quasi un linguaggio universale. Affrontando le questioni legate al **gioco** come organizzazione e al tempo stesso come artefatto [*game*] e quelle relative all'atto puro di giocare [*play*] viene mostrato come al variare della ludicità non cambi la struttura ricorsiva interna. Lo schema di interazione tra gli **attori** per la gestione delle **risorse** attraverso l'uso di **regole** viene cioè conservato e questo permette di modellizzare con facilità ed anche in forma qualitativa il mondo reale sia naturale che umano.

Il punto **1.1.4**, partendo dalla individuazione dello stato dell'arte in materia, esamina gli elementi costitutivi elementari concettuali e scientifici della *Gioco/Simulazione*. Analizzando varie posizioni e definizioni con un approccio di tipo diacronico emergono, su tutte, due definizioni considerate fondanti per la ricerca: la prima considera la *Gioco/Simulazione* come una modalità naturale, un linguaggio universale volto al futuro per l'interazione tra attori reali (Duke, 1974, 2006); la seconda definisce le *giocosimulazioni* contemporaneamente come sistemi sociali e modelli di sistemi

sociali (Klabbers, 2006). Vengono considerate le più recenti posizioni e gli elementi di forza della *Gioco/Simulazione* definibile come una disciplina per lo più empirica alla ricerca di conferme teoriche.

Il punto **1.1.5** analizza quest'ultimo aspetto come limite storico della *Gioco/Simulazione* facendo emergere come il superamento del tradizionale approccio riduzionistico da parte di molte scienze rappresenta oggi una straordinaria possibilità di rigenerazione di questa tecnica e della sua conseguente diffusione come "strumento di laboratorio" privilegiato per le scienze sociali in genere e per quelle applicate in particolare, come la pianificazione ed il progetto dello spazio urbano.

Il **secondo paragrafo** tratta la *Gioco/Simulazione* Urbana nelle sue varie sfumature a cavallo tra il XX° ed il XXI° secolo, focalizzando l'attenzione su due esempi di *giocosimulazioni* urbane, fino ad arrivare alle più recenti esperienze dei cosiddetti «giochi urbani a grande scala».

Il punto **1.2.1**, in particolare, racconta il percorso di ascesa e crisi dei giochi di simulazione urbana collegato a quello analogo dei modelli quantitativi a grande scala.

Nel punto **1.2.2** vengono analizzati due *giocosimulazioni* urbane come casi di studio utili a costruire un quadro concettuale il più ampio possibile rispetto alle varie componenti: modello, simulazione, attori, risorse e regole. La prima, chiamato CLUG, acronimo di *Community Land Use Game*, è una tradizionale *giocosimulazione* urbana focalizzata sulla gestione dell'uso del suolo. La seconda, chiamata SIMSOC, acronimo di *SIMulated SOCIety*, è più generalmente focalizzata sulla simulazione di organizzazioni complesse e per questo può essere vantaggiosamente utilizzato come base per lo sviluppo di numerosi altri *giocosimulazioni* urbane.

Il punto **1.2.3** infine, tratta l'interessante fenomeno dei «giochi urbani a grande scala» caratterizzato dall'uso pervasivo di apparati di computazione ibridi utilizzati sia per interagire che per ricreare esperienze sensoriali e percettive alternative a quelle della

vita di tutti i giorni. In queste esperienze la città diventa allo stesso tempo teatro delle performance e modello di se stessa in scala reale. Questo espediente permette di attivare delle dinamiche incursive in luoghi spesso sconosciuti dagli stessi abitanti che interagiscono tra loro sia per strada, mediante l'uso di telefoni cellulari, computer palmari, sia da casa mediante computer collegati alla rete Internet.

Il **SECONDO CAPITOLO** culmina con una trattazione che ha lo scopo di fornire ragioni scientifiche e pratiche per la implementazione delle teorie e i modelli della scienza delle reti complesse, passando attraverso teorie, modelli (*Small-World* e *Scale-Free Network*) e concetti rilevanti per le reti complesse (sincronia, robustezza, resilienza, ridondanza, ricercabilità, feedback, soglia critica); nonché facendo riferimento a tre casi di applicazione del classico concetto di rete¹⁰ in Pianificazione Urbana, in Sociologia e nella *Gioco/Simulazione*,

In particolare il *primo paragrafo*, "Reti Complesse: Teorie e Modelli" parte dal fenomeno della sincronia (punto **2.1.1**) grazie al quale Duncan Watts, studiando gli oscillatori accoppiati disposti in reticoli regolari, intuì che per comprendere il comportamento di un numero elevato di elementi facenti parte di una rete è necessario comprenderne la struttura intima delle connessioni. Questo punto di vista (punto **2.1.2**) mette in discussione l'utilità dei modelli classici di rete utilizzati fino ad oggi: totalmente regolari o totalmente casuali. Questi ultimi devono la loro fortuna non per la loro capacità di spiegare i sistemi reali, ma solo per la loro semplicità di trattazione matematico formale. Verificando la situazione intermedia tra una rete casuale ed una regolare vengono invece alla luce potenti fenomeni non lineari di amplificazione delle dinamiche interne alle reti dando una spiegazione e descrizione matematica del "problema small-world" che il sociologo Milgram aveva teorizzato e tentato di provare empiricamente già negli anni Sessanta. La convergenza tra

¹⁰ Per utilizzo classico del concetto di rete qui si intende quello orientato esclusivamente alla descrizione statica di organizzazioni esistenti o in progetto.

gli studi nel campo matematico, i quello sociologico e in quello della Fisica teorica porta ad individuare un secondo modello complementare al precedente: le reti ad «invarianza di scala»¹¹ (*Scale-Free networks*) i cui nodi sono distribuiti secondo delle leggi esponenziali nelle quali risultano possibili fenomeni di auto-organizzazione. Si tratta di strutture in bilico fra l'ordine ed il caos e che forniscono quegli elementi operativi che la scienza del caos non aveva fornito finora. Nei punti **2.1.4** e **2.1.5** vengono illustrate in chiave operativa le caratteristiche delle reti di piccolo mondo e ad invarianza di scala al fine di costruire la base di conoscenza sulla quale verranno successivamente trattate nel paragrafo 2.3 le ragioni ed i criteri di implementazione di tali modelli nelle *giocosimulazioni urbane*.

Il paragrafo **2.2**, completando la base di conoscenza costruita nel paragrafo precedentemente, propone tre casi relativi all'uso delle reti come dispositivo tradizionale di rappresentazione topologica di strutture nel campo della Pianificazione Urbana (punto **2.2.1**)¹², della Sociologia (punto **2.2.2**)¹³ e della *Gioco/Simulazione* (punto **2.2.3**)¹⁴.

Il paragrafo **2.3**, infine, a partire dalle numerose questioni messe in luce dalla trattazione dei due domini della ricerca, fornisce sia le argomentazioni che i criteri logici utili ad incrementare l'efficacia e a favorire l'orientamento a fini progettuali della *Gioco/Simulazione* grazie all'implementazione delle teorie e dei modelli della scienza delle reti complesse.

Il **TERZO CAPITOLO**, alla luce degli elementi emersi non presenta delle conclusioni ma delle riflessioni sulla ricerca a partire dalla verifica della validità degli assunti di base della ricerca per mettere in evidenza alcune implicazioni teoriche che emergono da

¹¹ La traduzione del termine *scale-free* con la dicitura "ad invarianza di scala" è in accordo con quella riportata nella versione in lingua italiana del libro di Barabasi del 2002 e viene preferita a quella letterale "prive di scale" riportata nella versione italiana del volume di Strogatz del 2003 in quanto ritenuta meno intuitiva.

¹² Il primo caso racconta l'esperienza del Master Plan per lo strip Philips localizzato nella città di Eindhoven, in Olanda, basata sulla concezione di «metropoli genetica» (Branzi, 2006);

¹³ il secondo illustra un modello di interazione di matrice sociologica di recente elaborazione chiamato modello "spazio-partecipazione" (Ciaffi, Mela, 2006).

¹⁴ Viene illustrata la *giocosimulazione PERFORM-P* orientata al management del capitale umano.

tale percorso (par. **3.1**). Nel paragrafo seguente vengono discusse le prospettive di sviluppo ed approfondimento della ricerca sia dal punto di vista teorico che empirico (par. **3.2**), mentre in quello finale (par. **3.3**) vengono raccolte le riflessioni e suggestioni finali.

Alcune indicazioni sulle notazioni e i termini più utilizzati

Al fine di rendere più agevole la lettura e più chiaro il significato dei contenuti sono state utilizzate le seguenti notazioni.

Tutti i termini che derivano dalla lingua inglese e che rivestono particolare importanza all'interno della ricerca sono contrassegnati dalle virgolette caporali «» e sono seguiti dal termine in lingua originale posto tra parentesi tonde () o da una nota a piè di pagina alla quale si rimanda per una spiegazione più approfondita.

I brani da altre opere sono riportati all'interno di virgolette alte e se rappresentano delle traduzioni dalla lingua originale vengono riportati in corsivo.

In corsivo senza parentesi vengono indicati diffusamente i termini principali ritenuti fondanti per l'intera ricerca (es. *Gioco/Simulazione, simulazioni interattive...*), mentre i tutti i nomi esatti delle di giochi o *giocosimulazioni* sono indicati in maiuscolo corsivo (es. *SIMCITY*)

Per il resto vengono seguite le normali convenzioni di scrittura.

Con il termine *Gioco/Simulazione* si indica il dominio principale della ricerca inteso come tecnica e disciplina. Mentre con *giocosimulazione* si intende sia l'artefatto che scaturisce da una procedura di progettazione (che include la definizione e produzione dei materiali di base nonché il disegno dei ruoli, regole, risorse, e modello) che la sperimentazione dello stesso da parte di un certo numero di attori reali in un dato tempo e luogo.

Con il termine *simulazione interattiva* si intende lo svolgimento di una *giocosimulazione*.

Con il termine *scienza delle reti complesse* si indica il dominio secondario della ricerca così definito in base ad una convenzione introdotta da alcuni autori e che in questa sede si ritiene utile adoperare.

Viene fatto uso della notazione «attori/agenti» quando si vuole sottolineare nel discorso la sovrapposibilità in termini pratici tra *simulazioni interattive* e *simulazioni al computer*.

1. LA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA

“Quando si parla di gioco, si tende di solito a dire ciò che esso non è – “non è reale” o “non è serio” – salvo poi restare sul vago, non appena ci si rende conto di quanto il gioco sia una cosa seria....”

Bateson, 1956

1.1. SIMULAZIONE, GIOCO, GIOCO/SIMULAZIONE

1.1.1 La simulazione come modalità di ricerca, sperimentazione e rappresentazione

Per simulazione, in termini scientifici, si intende l'implementazione di un modello di un sistema reale, più o meno sofisticato, al fine di prevedere e valutare i cambiamenti indotti sul sistema al variare dei dati in entrata.

Nella ricerca in campo sociologico, si registra un progressivo e generalizzato ricorso alle simulazioni computerizzate a seguito della progressiva e prorompente capacità di calcolo dei moderni computer. «Sistemi Dinamici»¹⁵, «Automi Cellulari»¹⁶, «Sistemi Multi-

¹⁵ Con il termine «Sistemi Dinamici» si intende l'insieme dei modelli di simulazione sviluppati da Jay Forrester. Furono applicati in principio allo studio delle dinamiche industriali (*Industrial Dynamics*, 1961) e successivamente estesi alle dinamiche urbane (*Urban Dynamics*, 1969) e mondiali (*World Dynamics*, 1971). Il metodo permette di rappresentare i sistemi complessi sotto forma di rete nella quale i nodi sono collegati attraverso delle relazioni di feedback positivo o negativo non dipendenti da legami di mutua causalità. Questo tipo di modellizzazione è facilmente applicabile per rappresentare un sistema sociale e le sue relazioni con lo spazio urbano inteso come risorsa. L'esito di tale rappresentazione è una sorta di mappa concettuale ed il suo utilizzo non è inusuale nella fase di definizione dei modelli alla base di un Gioco di Simulazione. [Cfr. J. W. Forrester (1961), *Industrial Dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA; J. W. Forrester (1968), *Principle of Systems*, Wright Allen Press, Cambridge, MA; J. W. Forrester (1969), *Urban Dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA; J. W. Forrester (1971), *World Dynamics*, Wright Allen Press, Cambridge, MA; Jan H. G. Klabbers (2006), *The Magic Circle*, Sense Publishers, Rotterdam]

¹⁶ Gli **Automi Cellulari** consistono in un determinato numero di celle organizzate in una griglia regolare che può essere mono-dimensionale (se le celle sono organizzate lungo una linea), bidimensionale (se le celle sono organizzate a formare un rettangolo) o tridimensionale (se le celle formano un cubo). Pur nascendo per simulare i processi di evoluzione in campo biologico basandosi sulla dinamica auto riproduttiva, vengono utilizzati in forma diffusa nelle scienze sociali sia sperimentali che applicate come la pianificazione urbana. Questo è dovuto alla loro duttilità nel modellare sistemi costituiti da componenti locali che interagiscono secondo delle regole semplici anche se il comportamento globale conseguente è imprevedibile. Vengono utilizzati dunque per investigare i macro-effetti di un numero elevato di comportamenti alla micro-scala legati a fenomeni di cooperazione o competizione (Cfr. N. Gilbert, K. G. Troitzsch (2005 2nd ed), *Simulation for the Social Scientist*, Open University Press, New York; Hegselman R., (1996), *Cellular Automata in the social sciences; perspective, restrictions and artefacts*, in R. Hegselman *et al.* (eds), *Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View*, pp.209-234, Kluwer, Dordrecht; Hegselman R., (1996), *Understanding social dynamics: the cellular automata approach*, in K. G. Troitzsch *et al.* (eds), *Social Science Microsimulation*, pp. 282-306, Springer-Verlag, Berlin.; Ilachinsky A., (2001), *Cellular Automata*. World Scientific, London; Moretti S., (1999), *Processi Sociali Virtuali*, Franco Angeli, Milano; Nowak M.A, Latané B., (1994), *Simulating the emergence of social order from individual behaviour*, in J. Doran, N. Gilbert (eds), *Simulating Societies: The Computer Simulation of Social Phenomena*, pp. 63-84, UCL Press, London; D. J. Watts (1999), *Small Worlds: The Dynamics of Networks Between Order and Randomness*, Princeton University Press, Princeton).

Agente»¹⁷ e «Algoritmi Genetici»¹⁸ sono sempre più utilizzati all'interno di simulazioni computerizzate in quanto ampliano, affiancati agli strumenti tradizionali, la possibilità di conoscere e capire la realtà.

È possibile affermare che, sia le *simulazioni computerizzate* che le *simulazioni interattive* costituiscono una modalità "pragmatica" per esprimere le teorie scientifiche. Mentre le teorie espresse in forma di simulazione riproducono, seppur in forma limitata, la realtà, le teorie espresse in forma tradizionale, ossia con l'uso di parole, simboli e schemi grafici, sono un modo di dare una spiegazione della realtà.

Quindi le simulazioni sono considerabili delle teorie «attive»¹⁹ (Parisi, 2005), una forma alternativa di ricerca utile soprattutto

¹⁷ I **sistemi multi-agente** fanno parte della Intelligenza Artificiale distribuita e simulano l'attività di una popolazione di individui autonomi – gli agenti appunto – capaci di apprendere ed adattarsi all'ambiente nel quale sono immersi. Gli agenti sono dotati di diverse proprietà quali l'*autonomia* nel prendere le proprie decisioni, una certa *abilità a socializzare* utilizzando una sorta di codice, la *reattività* di fronte ai mutamenti dell'ambiente, la *proattività* nel senso che oltre a regire rispetto all'ambiente sono in grado di prendere delle iniziative. Sono considerabili un ottimo sistema per simulare dei sistemi adattivi complessi e i fenomeni di competizione e cooperazione in quanto gli agenti hanno la proprietà di adattarsi alle modifiche ambientali incrementando le proprie conoscenze prendendo delle decisioni influenzate dalla mutua interazione utile a raggiungere il proprio scopo. Non esiste un controllo centrale che sovrintende al coordinamento dei diversi agenti, ma il coordinamento stesso è frutto dell'interazione tra gli agenti in base al loro obiettivo personale ed all'ambiente. (Cfr. R. Axelrod (1997), *The Complexity of Cooperation*, Princeton University Press, Princeton NJ; N. Gilbert, K. G. Troitzsch (2005 2nd ed), *Simulation for the Social Scientist*, Open University Press, New York; Moretti S., (1999), *Processi Sociali Virtuali*, Franco Angeli, Milano; M. Wooldridge, N.R. Jennings (1995), *Intelligent agents: theory and practice*, Knowledge Engineering Review, 10, pp.115-152)

¹⁸ Gli **algoritmi genetici** sono una branca di una particolare area chiamata "computazione evolutiva" e che si ispira alla teoria darwiniana della selezione naturale. Tali algoritmi vengono utilizzati per trovare soluzioni ottimali a problemi complessi secondo dei processi iterativi di selezione detti appunto "generazioni". La soluzione ottimale è ottenuta come risultato del succedersi delle generazioni a partire da una popolazione iniziale di soluzioni scelte a caso. Nelle scienze sociali vengono utilizzati nello studio avanzato di problemi tipici della Teoria dei Giochi nei quali viene investigato secondo un approccio razionale il comportamento cooperativo di più agenti. (Cfr. Gilbert, K. G. Troitzsch (2005 2nd ed), *Simulation for the Social Scientist*, Open University Press, New York; J.H. Holland (1975), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor; Mitchel, Melanie (1998), *An Introduction to Genetic Algorithms*, MIT Press, Cambridge, MA; Moretti S., (1999), *Processi Sociali Virtuali*, Franco Angeli, Milano)

¹⁹ Questa affermazione potrebbe essere fuorviante se si confonde il significato tra teorie simulate e teorie computazionali. Queste ultime si ispirano al modello di funzionamento sia fisico che logico dei computer per simulare il funzionamento della mente umana. La differenza sostanziale tra un computer e la mente umana è che il primo ha necessità di basarsi ancora oggi su linguaggi simbolico – formali, mentre gli esseri umani utilizzano un codice di tipo semantico. Questa fondamentale differenza fa sì che non sia possibile attribuire significati universali alle parole processate dalla mente umana in quanto la loro interpretazione è influenzata dal contesto nel quale vengono inserite oltreché dalle modalità non verbali o paraverbali. L'unico linguaggio che fa eccezione è quello matematico: quando la mente umana interpreta i simboli numerici all'interno di un algoritmo può essere assimilata ad una macchina calcolatrice. Ma questo non vuol dire che con le conoscenze e attuali sia possibile riprodurre la mente umana al computer. Di conseguenza, questo fatto permette di affermare che la creatività di un gruppo di persone che attuano una

quando la complessità e non linearità dei problemi non consente un utile impiego del linguaggio formale matematico sotto forma di equazioni.

Inoltre, per la loro natura, le simulazioni, sia computerizzate che interattive possono essere considerate dei laboratori sperimentali "sicuri" e in scala ridotta in quanto permettono di applicare il metodo sperimentale alle scienze sociali sperimentali e applicate. Una simulazione può essere condotta in tempi brevi rispetto a quelli di un esperimento reale e con costi minori.

L'enfasi su queste tecniche di simulazione sembra mettere in secondo piano l'importanza che rivestono le cosiddette «simulazioni interattive» ossia quelle che vedono protagonisti degli attori sociali anziché degli agenti artificiali e che possono anche avvalersi dell'uso del computer per simulare sotto forma di fasi di gioco dei cicli lunghi anche decenni come nella *Gioco/Simulazione*. Questa tecnica è basata sulla conduzione di *simulazioni interattive* come luogo nel quale le teorie si confrontano con la realtà esterna alla nostra mente e nel quale non solo è possibile validare teorie, ma costruirne di nuove superando l'approccio riduzionistico in favore di quello sistemico.

Questo significa che con la *Gioco/Simulazione* è possibile non solo riprodurre in ambiente protetto ed in forma poco dispendiosa il mondo reale, ma anche di creare mondi possibili ai quali è possibile applicare un set di regole che normano il mondo reale. Dunque, dal momento che con la *Gioco/Simulazione* è possibile riprodurre il mondo reale, le simulazioni interattive stesse sono dei mondi complessi.

Riconoscere che la realtà è costituita quasi nella sua totalità da sistemi complessi significa affrontare il problema di individuare gli strumenti concettuali e metodologici più adeguati per studiarli, come per esempio le *simulazioni interattive*. Queste ultime, opportunamente implementate, permettono di superare alcune

simulazione non può essere simulata all'interno di un computer. Cosa che invece è possibile fare con le «simulazioni interattive» e dunque con la *Gioco/Simulazione*.

delle critiche più comuni che vengono mosse alle simulazioni al computer. Infatti le *simulazioni interattive* coinvolgendo e attivando attori reali attivano dei processi reali ed i risultati vengono considerati più accettabili rispetto a quelli ottenuti con delle simulazioni al computer. Questo perché queste ultime vengono spesso considerate delle “scatole nere” in quanto noti i dati di input e quelli di output non è chiaro per chi osserva dall'esterno il processo di elaborazione soprattutto nel caso dei non addetti ai lavori. Nelle *simulazioni interattive* gli attori coinvolti fanno parte del sistema ed evolvono con il sistema. Il ricercatore può far parte a sua volta della simulazione trovandosi al centro dell'esperimento, quasi un esercizio di «ricerca-intervento» (*Action-Research*)²⁰ che gli permette di valutare in tempo reale non solo i risultati della propria manipolazioni, ma anche di modificare i dati in entrata, le condizioni al contorno e la teoria stessa che sta alla base della simulazione. Si può affermare che a differenza delle tecniche simulative che più si stanno affermando negli studi delle scienze sociali e che si distinguono per l'utilizzo del computer, le *simulazioni interattive* rappresentano una valida alternativa soprattutto in discipline come la pianificazione urbana.

Si deve peraltro riconoscere un serio limite di queste ultime legato alla difficoltà che comporta separare gli scopi di conoscenza pura da quelli pratici e ciò risulta ancora più vero se si considera l'utilizzo delle simulazioni da parte di un pianificatore in una *giocosimulazione urbana*.

Rispetto al dibattito e alle criticità elencate è indubbio che nella prassi le simulazioni vengono utilizzate come strumento per la raccolta iniziale di dati funzionalmente alla progettazione e

²⁰ La ricerca-intervento (una delle traduzioni italiane è anche ricerca-azione) anche se viene ormai quasi solo riferita al campo dell'educazione, proviene dalle posizioni e gli sviluppi delle ricerche portate avanti da Kurt Lewin nel tentativo di ribaltare l'epistemologia dominante nel campo delle ricerche sociali. Secondo l'autore, infatti, la ricerca di tipo sociale deve confrontarsi sugli “[...] effetti delle varie forme di azione sociale che tende a promuovere l'azione sociale stessa. Se producesse soltanto dei libri, non sarebbe infatti soddisfacente”[K. Lewin, I conflitti sociali, F. Angeli, Milano 1980, pp. 249]. Dunque, il ricercatore, che solitamente si pone nella posizione dominante di portatore del sapere tecnico, non può essere solo osservatore esterno, ma deve sapere interagire efficacemente con colui il quale facendosi soggetto attivo che condivide il suo apparato conoscenza tacita utile per la definizione delle soluzioni diventa necessariamente protagonista del proprio cambiamento. [Cfr. K. Lewin (2005), La teoria, la ricerca, l'intervento, Il Mulino, Bologna]

produzione di artefatti o alla ricerca di soluzioni a problemi che altrimenti richiederebbero ingenti risorse umane e di tempo. Questa prassi richiede d'altro canto una profonda consapevolezza che operando in questa maniera il confine labile tra scienza e tecnologia tende a nascondere il rischio di sopravvalutare i risultati della simulazione. Mentre una simulazione per essere validata scientificamente dovrebbe portare ad ottenere una corrispondenza tra i suoi risultati e i valori osservati empiricamente.

1.1.2 Modelli qualitativi e quantitativi

Come detto, le simulazioni vengono condotte mettendo alla prova dei modelli più o meno sofisticati della realtà e anche la *Gioco/Simulazione* non è esente da alcuni problemi. Il primo è legato alla natura limitante del metodo scientifico quando si tratta di operare l'interno delle scienze sociali e comportamentali in quanto risulta arduo e non privo di ostacoli il tentativo di analizzare, in maniera scientificamente corretta, in risultati ottenuti in base alle teorie sul comportamento individuale o collettivo. Il secondo è relativo al fatto che la mente umana ragiona costruendosi dei sistemi di riferimento di tipo semantico che difficilmente possono essere ridotti a dei modelli di tipo quantitativo. O meglio quando questo viene fatto importanti elementi vengono tralasciati.

Dato l'obiettivo della ricerca, piuttosto che costruire categorie e operare delle classificazioni originali riguardo tutte le declinazioni che i modelli qualitativi e quantitativi possono avere, si è ritenuto più corretto partire da classificazioni già proposte in letteratura. Tra queste, la classificazione riassunta nella tabella 1.1.2 offre un panorama completo e permette di evidenziare sinteticamente il campo dei modelli impiegati nella *Gioco/Simulazione*. Tra i modelli qualitativi quelli concettuali²¹ sono i più utilizzati in quanto costruiti sul linguaggio simbolico con frasi, metafore, concetti, teorie e scenari.

²¹ A tal proposito giova ricordare come Von Bertalanfy (1969) riconosce che un modello verbale è pur sempre superiore ad un modello matematico raffinato ma che viene imposto sulla realtà falsificandola. Uno degli esempi che porta è quello relativo alla teoria sull'evoluzione di Darwin che ha avuto e continua ad avere maggiore influenza rispetto ai tentativi di trasposizione matematica della stessa in quanto capaci di coprire solo parzialmente la prima in termini di rispondenza ai dati

Modelli		Esempi
Qualitativi	Tipologico	⊕ Tipi ideali; tipi estremi
	Concettuale	⊕ Concetti o attributi e le loro relazioni
		⊕ Teorie ⊕ Scenari
Quantitativi	Iconici	⊕ Modelli in scala; repliche; modelli di prova
	Analogici	⊕ Stessi comportamenti/ forme diverse
	Matematici	Sistemi simbolico - matematici con le seguenti caratteristiche: ⊕ descrittivi - normativi ⊕ deterministici - stocastici - fuzzy ⊕ lineari - non lineari ⊕ stato-spazio con o senza feedback ⊕ algoritmi condizionali <i>if-then</i>

Tabella 1.1.2 – Sintesi sulla tipologia dei modelli (tradotta da Klabbers, 2006; p.107)

Ma grazie alla duttilità delle simulazioni interattive è possibile utilizzare contemporaneamente sia modelli qualitativi che modelli quantitativi iconici (se per esempio si utilizzano dei modelli dello spazio urbano o delle rappresentazioni fotorealistiche in scala) oppure propriamente matematici (se si utilizzano, per esempio, dei programmi per computer che simulano modelli statistici o addirittura dei videogiochi come *SIMCITY*).²²

1.1.3 Il gioco come modalità di conduzione delle simulazioni

Nella introduzione si è affermato che la *Gioco/Simulazione* può essere definita come «una tecnica di simulazione per apprendere e agire sulla realtà attraverso l'uso delle dinamiche interattive tipiche del "giocare"». Sono state discusse le questioni relative alle dinamiche interattive in funzione delle due componenti fondamentali:

empirici. (Cfr. Von Bertalanfy (2004), Teoria generale dei sistemi. Fondamenti, sviluppo, applicazioni, Mondadori, Milano)

²² *SIMCITY* è un videogioco di simulazione urbana sviluppato dalla Maxis nel quale il giocatore assumendo il ruolo di sindaco e pianificatore urbano ha il compito di assegnare le destinazioni d'uso ai vari lotti di terreno sui quali la città virtuale si espande bilanciando gli interventi edificatori pubblici con quelli privati e decidendo di anno in anno il peso dell'imposizione fiscale. Il modello di tipo deterministico alla base del gioco reagisce rispetto alle scelte del giocatore e restituisce gli effetti sotto forma di consenso da parte dei cittadini che decidono di restare nella città oppure di trasferirsi altrove. Il caso viene simulato con il verificarsi di eventi catastrofici. (Cfr. M. Bittanti (2004), Sim City. Mappando le città virtuali, Unicopli, Milano)

la simulazione come metodo ed i modelli come rappresentazione della realtà. Rimane da affrontare la questione più spinosa ossia la dimensione del «gioco» la cui trattazione porta con sé tutta una serie di problematiche ad iniziare da quella linguistica. Nella lingua Inglese, a differenza di quella Italiana, esistono due termini che se da un lato permettono di fare una distinzione più rigorosa tra gli aspetti “seri” del gioco [*game*] e quelli più ludici e legati alla dinamica del gioco [*play*], dall’altro complicano di molto il discorso. La distinzione che di solito viene posta ha due connotazioni: il gioco inteso come esperienza di interazione più o meno ludica [*play*] ed il gioco come schema più o meno rigido rappresentato da un’insieme di regole e finalità dichiarate [*game*]²³ come la competizione o la collaborazione.

Da un punto di vista pratico, una delle evidenti limitazioni che l’uso del termine “gioco” pone è la stessa messa in evidenza da Taylor (1976) quando riconosceva che esso *“...è poco adatto ad ispirare rispetto [e dunque] per evitare ogni confusione con i giochi da salotto o con i passatempi sportivi [...] si potrebbe tralasciare questo termine preferendo attributi migliori alla parola simulazione”* (pp.33, 34) pur non essendo l’autore convinto che l’uso di termini più “roboanti” possano portare maggior attenzione e rispetto. E questo è ancora più vero nella cultura italiana specie se poi consideriamo i giochi di simulazione applicati all’urbanistica. Pur essendo chiaro che *“[...] il gioco semplifica soltanto le complessità della situazione, permettendo di maneggiare facilmente meccanismi altrimenti complicati [esso fornisce] una struttura atta a organizzare ed a razionalizzare dati e teorie sullo sviluppo urbano varie e discordanti.”* (p.37)

Dalla lettura degli atti dei convegni organizzati dalla Fondazione Macy²⁴ sui processi di gruppo ai quali partecipava anche Gregory

²³ Numerose rassegne esaustive ed approfondite analisi sono state proposte da vari autori nel campo della Gioco/Simulazione che, per lo scopo di questa ricerca, non si ritiene necessario riproporre e discutere nei particolari. Questi studi, piuttosto, vengono assunti come ottimi punti di riflessione. Si sommano alle pubblicazioni sugli aspetti culturali, linguistici e antropologici quali quelle di Huizinga (1938; 1946 ed. it); Bateson (1955, 1996 ed. it.; 1972; 1976 ed. it.); Taylor (1971; 1976 ed. it.); Caillois (1958, 1981 ed. it.); Cecchini (1988), e Croockall et. al. (1987), solo per citarne alcuni, alcune più recenti che riprendono il discorso alla luce delle riflessioni rese possibili dall’applicazione della tecnica negli ultimi vent’anni. Tra queste: Klabbers (2006), Loveluck (2005), Oerter (2004), Globus (2004), Rizzi (2004);

²⁴ La Josiah Macy, Jr. Foundation prende il nome dal discendente di una delle prime famiglie immigrate nelle terre del Massachusetts dall’Inghilterra e diventata prosperosa grazie ai

Bateson emergono trame interessanti ed in verità poco trattate rispetto all'argomento gioco almeno nella letteratura relativa alla *Gioco/Simulazione*. Nel 1955 si svolgeva il secondo convegno al quale prendevano parte, insieme a Bateson, altri ventitré scienziati di varia provenienza disciplinare (antropologi, psicologi, biologi) interessati a sviluppare il tema dell'interazione fra organismi viventi. In quella occasione, Bateson, in veste di coordinatore, sposta il fuoco della discussione sui significati che assume il gioco nell'interazione umana. La sua posizione si chiarisce fin dall'inizio quando afferma che

“quando si parla di gioco, si tende di solito a dire che esso non è – “non è reale” o “non è serio” – salvo poi restare un po' sul vago, non appena ci si rende conto di quanto il gioco sia una cosa seria” (1996 ed. *it.*; p.29)

E il quanto Bateson consideri il gioco una cosa seria è testimoniato dalla sua concezione del gioco come un processo biologico necessario senza il quale gli altri aspetti della vita perdono di significato arrivando a qualificarli come “antibiologici” (op. cit.; p.49). Uno dei bisogni primari degli esseri umani è quello di comunicare con i propri simili e Bateson inizia ad interessarsi al problema del gioco in quanto inizia a riconoscerlo come

“un passo avanti straordinario nell'evoluzione della comunicazione, il momento in cui alcuni esseri viventi avevano scoperto, o si erano trovati ad avere fin dalla nascita, la consapevolezza innata [...] che un messaggio o un atto significativo poteva essere emesso come un messaggio per influenzare un altro essere vivente” (op. cit.; p.49)

commerci marittimi. Josiah Macy, Sr, trasferendo la famiglia a New York fondò una ditta di spedizioni e nel 1860 diede vita alla prima raffineria di petrolio di New York. Suo nipote Josiah Macy, Jr. si distinse per la sua filantropia ma non ebbe vita lunga morendo nel 1876 per aver contratto la febbre gialla. Sua figlia Kate decise di continuare la tradizione filantropica della propria famiglia creando nel 1930 la fondazione intitolata alla memoria di suo padre. (Cfr. <http://www.josiahmacyfoundation.org>).

La particolarità dei convegni organizzati dalla Fondazione consisteva nel fatto che in base al particolare tema da trattare veniva invitato un relatore a illustrare informalmente lo stato di avanzamento della propria ricerca di fronte ad un uditorio composto da circa venti scienziati selezionati al fine di favorire un approccio di tipo multidisciplinare. Gli incontri venivano scandenziati con regolarità annuale in base a cicli di circa cinque anni. Oltre al ciclo qui considerato e dedicato ai processi di gruppo, il più famoso è senz'altro quello tenutosi tra il 1946 e il 1952 e dedicato alla Cibernetica al quale anche Bateson prese parte. (Cfr. <http://www.ascybernetics.org/foundations/history2.htm>)

La funzione del gioco può essere di puro intrattenimento, volta all'educazione o funzionale all'esplorazione e all'auto scoperta, ma l'aspetto più importante della funzione del gioco è quella comunicativa la quale, a sua volta, fornisce lo spazio e la libertà necessaria per mettere in discussione le stesse regole della comunicazione. Un modo per ridisegnare le «cornici» (*frames*)²⁵ all'interno delle quali le relazioni interpersonali e la comunicazione hanno luogo. Per Bateson tali cornici rappresentano le interfacce attraverso cui gli esseri viventi entrano in relazione con la realtà.

Bateson utilizza il gioco come modello interpretativo delle dinamiche di interazione tra esseri viventi distinguendo tra gioco come elemento relazionale o *play*, e gioco inteso come *game* nella quale i comportamenti assumono una finalità ben precisa, prevalere o vincere sull'altro, guidata da un set di regole predefinite.

Da questo punto di vista per Bateson la Teoria dei Giochi di von Neumann da un lato fornisce un riferimento per la formalizzazione e la modellizzazione efficace della questione, dall'altro vi ravvisa "[...] una serie di errori di concretezza mal posta, dovuti a scarsa sensibilità epistemologica nei confronti delle scienze umane, soprattutto in riferimento al concetto di "regola". La nozione di frame venne approfondita anche dal sociologo Erving Goffman nelle sue analisi del gioco e del comportamento in pubblico (Goffman, 1971). In *Frame Analysis* Goffman (1974) definisce i *frames* come "i principi di organizzazione che regolano gli eventi e il nostro coinvolgimento soggettivo al loro interno". Il frame diventa l'elemento base della situazione e l'analisi del frame il mezzo per comprendere e rappresentare la società. (Zoletto, 2001)

Per Goffman (1969, 1971) si instaura tra gli attori un processo quasi automatico ed inconsapevole nel quale ciascuno dispiega le proprie conoscenze e aspettative esplicite e tacite,

²⁵ Il concetto di *frame*, introdotto da Bateson nell'ambito delle scienze sociali, riveste importanza soprattutto rispetto ai suoi sviluppi successivi. Infatti la nozione di *frame* è alla base della formulazione della teoria sulla psicoterapia sistemica e familiare sviluppata alla Scuola di Palo Alto basata sulla rottura e la modifica intenzionale dei *frames*. Tale teoria costruita su cinque assiomi della comunicazione, viene utilizzata come riferimento negli studi sulla comunicazione e sulle relazioni interpersonali. (Cfr. Watzlawick, Beavin, Jackson, [1972], La pragmatica della comunicazione umana, Astrolabio, Roma)

pregiudizi, presupposizioni. Tutti gli attori sociali dunque incorniciano la situazione in una categoria nota che ne caratterizza successivamente il comportamento. Inoltre, il *frame* costituisce una cornice di senso non del tutto rigida che permette agli individui di agire all'interno di uno spazio di alternative che possono determinare il mutare del *frame* stesso. Così come pure il coinvolgimento è considerabile come uno stato di equilibrio precario in continuo divenire e funzione dell'interazione reciproca.

Dunque, in questa sede si ritiene che uno sguardo più attento alle posizioni che partono da Bateson passando per Goffmann rivesta un'importanza fondamentale per lo studio e l'inquadramento della natura intrinseca della *Gioco/Simulazione* in quanto fondanti per delle corrette riflessioni sulle sfumature e connotazioni che emergono evidenti dall'interazione «faccia-a-faccia» (*face-to-face*) tra gli attori.

1.1.4 La Gioco/Simulazione come linguaggio naturale per l'interazione e l'innovazione in organizzazioni complesse

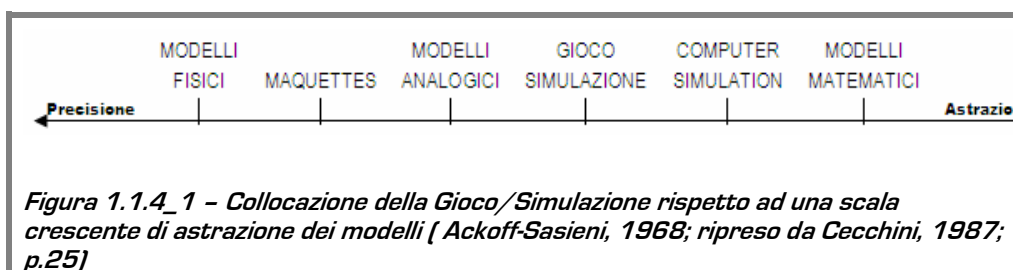
Nonostante siano passati oltre quaranta anni dalle prime esperienze di studio e applicazione della *Gioco/Simulazione* alle tematiche urbane molto resta da fare. E non sembra che l'uso delle nuove tecnologie per l'informazione e la comunicazione (NICT) abbiano fornito finora un reale contributo al rinnovamento teorico e pratico delle giocosimulazioni intese in senso canonico (Caschili, Cossu, 2001, 2005a, 2005b, 2006; Rizzi, Cossu, Caschili, 2007; Rizzi, Cossu, 2007).

Si ritiene, inoltre, che la complessità delle questioni urbane richiami l'uso della *Gioco/Simulazione* non come tecnica simulativa da utilizzarsi per la verifica di modelli di crescita, di rendita fondiaria o di allocazione di risorse, ma come tecnica di ausilio al progetto di futuri possibili. In tal senso, la posizione di Bateson che incardina

l'attività di gioco all'interno delle attività umane, considerandola indispensabile addirittura in termini biologici, e il contributo di Goffman nello studio dell'interazione faccia-a-faccia, forniscono alla *Gioco/Simulazione* il rango di *medium* comunicativo e di strumento per stravolgere gli schemi tradizionali, esattamente quello che le organizzazioni complesse fanno nel tentativo di innovarsi e superare i limiti contingenti.

Collocazione della Gioco/Simulazione rispetto alle tecniche simulative

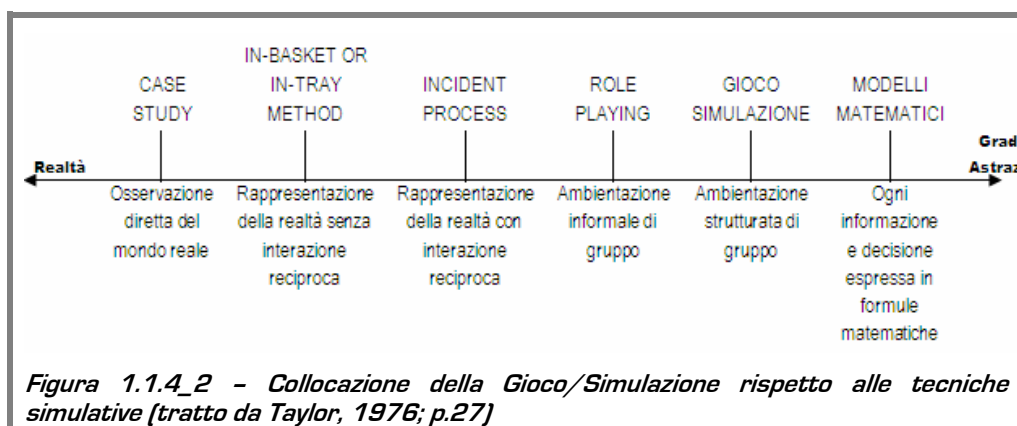
Per comprendere come la *Gioco/Simulazione* può essere utile ad individuare o ad innescare dei fenomeni di apprendimento e innovazione è necessario comprendere come la stessa si colloca rispetto alle tecniche simulative. A tal fine risulta senz'altro utile un'analisi comparata rispetto al grado di astrazione dei modelli che generalmente vengono utilizzati nelle discipline scientifiche ed in base alle tecniche simulative.



Rispetto al grado di astrazione come illustrato nella Figura 1.1.4_1 alcuni autori concordano nel collocare la *Gioco/Simulazione* tra i modelli analogici e le simulazioni al computer. Questo perché una delle peculiarità della tecnica è proprio quella di mettere insieme aspetti quantitativi e qualitativi attraverso l'interazione tra attori reali che assumono dei ruoli ed interagiscono in base a delle regole più o meno rigide per gestire delle risorse. Il modello generale che sta alla base di una *giocosimulazione* viene solitamente tradotto in un sistema di regole.

Le risorse, invece, possono essere rappresentate da porzioni di territorio o fabbricati sotto forma di *maquette* o plastici.

Più interessante pare la collocazione della *Gioco/Simulazione* rispetto alle tecniche di simulazione più utilizzate. In questo caso emerge un maggiore grado di astrazione, rispetto alla classificazione precedente. Questa suddivisione ha il solo scopo di rendere chiara la ricchezza delle tecniche simulative di tipo interattivo²⁶ e quale posizione tra queste viene occupata dalla *Gioco/Simulazione*.



²⁶ In particolare, il *Case-Study* è una tecnica che prevede la descrizione dettagliata e la storia di una situazione reale che viene scelta per la sua stretta analogia rispetto ad una situazione problematica contingente che richiede la identificazione di una o più soluzioni. In questo caso chi ricorre al *Case-Study* analizza e discute gli aspetti salienti dell'esperienza per trarne delle indicazioni e prendere delle decisioni basandosi su dei precedenti.

Le tecniche del tipo *In-Basket* o *In-Tray* sono più focalizzate a osservare e valutare le reazioni e la capacità di assumere delle decisioni da parte di un singolo individuo che si trova proiettato in situazioni specifiche che gli vengono proposte metaforicamente attraverso una serie di comunicazioni scritte. Chi viene sottoposto alla prova ha un tempo prestabilito per prendere delle decisioni, intraprendere azioni ed impartire ordini se necessario al fine di risolvere le questioni poste proprio come se si trovasse in una situazione reale. Le reazioni vengono osservate da una commissione e diventano base per la valutazione successiva che si incentra non solo su "cosa" è stato fatto ma anche sul "come".

Le procedure di tipo *Incident* rappresentano una variante del *Case-Study* nella quale chi viene sottoposto alla simulazione per prendere delle decisioni deve cercare le informazioni ritenute indispensabili attraverso delle domande. Dunque la simulazione mira non solo a mettere in rilievo la capacità di analisi e discussione ma soprattutto la capacità di valutare e procurare le informazioni necessarie a prendere delle decisioni.

I *Role-Play* o giochi di ruolo sono sicuramente più conosciuti e rappresentano una forma più diffusa di simulazione che si presta ad essere applicata a gruppi più o meno numerosi. Ogni partecipante assume un ruolo nel quale gli viene richiesto di immedesimarsi. Lo scopo principale è valutare le relazioni ed eventuali contrasti che emergono durante la simulazione. Una tipica variante è quella che prevede lo scambio dei ruoli che realmente i vari partecipanti ricoprono nella vita reale al fine di raggiungere una migliore comprensione della realtà altrui. Come si vede in figura 1.1.4_2, questa tecnica di simulazione è molto prossima alla *Gioco/Simulazione* e può essere utilizzata in parte all'interno di essi. Può essere considerata un ottimo campo di verifica e sperimentazione della teoria dei frames sia dal punto di vista dell'interfaccia batesoniana che da quella del metodo di indagine goffmaniano.

Definizioni

Mentre la letteratura fornisce un valido supporto nel tentativo di collocare la *Gioco/Simulazione* rispetto alle tecniche simulate si rivela difficile pervenire ad una definizione chiara di cosa sia la *Gioco/Simulazione* nel momento in cui la si vuole descrivere in base ai due termini che la individuano: gioco e simulazione.

Come ricorda Taylor (1976) riprendendo Raune e Steger (1961) la definizione "game-simulation" è stata adottata dalla Rand Corporation per descrivere quegli studi che combinano l'attività esplorativa non strutturata insieme alle qualità delle simulazioni al computer. In tali studi si riferisce di individui posti in ruoli decisionali ed in generale

"[...] esseri umani in combinazione con vari modelli del mondo reale. I partecipanti vengono poi messi a confronto con situazioni diverse in modo da facilitare lo studio del comportamento umano e lo sviluppo di particolari processi" (pag.29)

Ancora oggi la *Gioco/Simulazione* è una tecnica che cela delle potenzialità superiori alla somma delle potenzialità dei singoli componenti e questa condizione è ancora più evidente se si considera la breve rassegna rappresentata di seguito in ordine cronologico tratta da alcuni degli autori più importanti per i quali la *Gioco/Simulazione* può essere definita come:

Una tecnologia per l'istruzione (Boocock, Schild, 1968; p.22): *"...è chiaro che [i giochi di simulazione] costituiscono una nuova tecnologia per l'istruzione. Una nuova tecnologia è di solito preceduta dalla conoscenza scientifica di base [...] Nel nostro caso la sequenza è invertita: abbiamo una tecnologia che funziona, ma non sappiamo veramente perché. Questa una situazione alquanto inusuale delle scienze comportamentali"*.

Una tecnica di apprendimento (Taylor, 1976): “un mezzo appropriato per portare alla comprensione situazioni complesse accostando la componente quantitativa, tradotta in termini matematici, e la componente qualitativa, tramite la presenza umana”. E ancora, “i giochi di simulazione sono imitazioni operative approssimate che cercano di fornire mezzi di comprensione della dinamica di un sistema in evoluzione” (p.37)

Un linguaggio del futuro (Duke, 1974, 2006): “...una forma potente di comunicazione, particolarmente adatta a rendere la GESTALT”,

Una simulazione di effetti di decisioni prese attraverso l'assunzione di un ruolo sottoposto a regole (Cecchini, 1988; p.656);

Un dispositivo di comunicazione (Greenblat, 1989; p.18): in un'accezione più ampia rispetto a quella che li considera come dei dispositivi di tipo pedagogico.

Una metodologia di aiuto alla decisione eclettica e multidisciplinare (Duke & Geurts, 2004).

Dei **sistemi sociali** (Klabbers, 2006; p.38): “... mentre prendono parte un gioco, adulti e bambini danno forma ad un'organizzazione umana. Per questa ragione la teoria delle organizzazioni offre un fruttuoso quadro di riferimento per riflettere sulla gaming ...”.

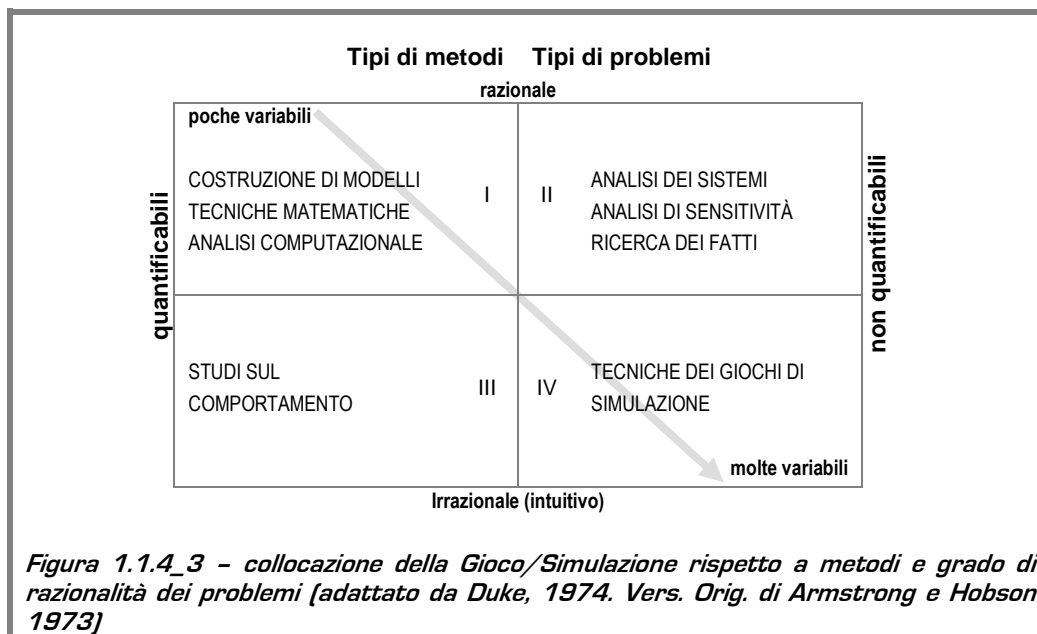
“...un **eccellente strumento per assistere un gruppo intento a visualizzare il futuro attraverso lo sforzo di fissare delle politiche o prendere importanti decisioni** della sua organizzazione [...] e un **metodo incisivo di analisi nel trattare problematiche complesse** (Duke, 2006; p.34).

Questa rassegna di definizioni non può e non vuole essere esaustiva²⁷, ma aiuta a capire diverse cose. In primo luogo, a partire dal decennio successivo alle prime pubblicazioni sulla *Gioco/Simulazione*, (*GS*) la ricerca si è impegnata nel tentativo di costruire una teoria attorno ad un fenomeno strano per cui si aveva una tecnologia che funzionava sul campo senza sapere perché. Inoltre, con l'avanzare dell'esperienza sul campo e dei risultati delle ricerche, si rileva una graduale tendenza a considerare la *GS* come uno strumento sempre più potente. Tale incremento di efficacia, secondo la letteratura dell'epoca, ne giustifica la migrazione dal campo di applicazione dall'istruzione e addestramento a quello dell'attività ben più complessa di supporto alla comprensione dei sistemi sociali e per la soluzione di problematiche complesse nelle quali la quantità di variabili da manipolare non può essere gestita in base a modelli quantitativi tradizionali (Cfr. Fig. 1.1.4_3).

Rizzi (2004) propone una classificazione facendo una netta distinzione rispetto a ciò che la *GS* non è. Secondo l'autrice, la *GS* non deve essere confusa con la Teoria dei Giochi di ossia quel corpo teorico basato su modelli matematici e dedicato alla soluzione di problemi di decisione, la cui conoscenza, d'altro canto, può permettere una valutazione sofisticata e arricchire le possibilità progettuali dei giochi di simulazione.

Inoltre le *giocosimulazioni urbane* non dovrebbero essere confuse con giochi di business (*business games*) anche se in generale i temi di addestramento e formazione del *management* sono vicini ad alcuni problemi di gestione urbana. Ancora, le *giocosimulazioni* non vanno confuse con i videogiochi né tantomeno sono semplicemente riducibili a delle simulazioni al computer. Infatti, anche grazie al successo di alcuni software di simulazione molto sofisticati come *SIMCITY* si deve riconoscere che l'obiettivo dei videogiochi è quello di intrattenere e non di far capire le dinamiche che si generano nell'evoluzione di sistema urbano.

²⁷ Nonostante sembri che alcuni autori fondamentali siano stati omessi (Coppard, Goodman, Feldt, Rycus, Abt, Clark, Indovina, Bottari, Rizzi, solo per citarne alcuni) le definizioni proposte sono state selezionate da una lista ben più lunga e della quale possono essere considerate rappresentative.



Sicuramente i videogiochi possono essere un valido riscaldamento per familiarizzare piacevolmente con i problemi della pianificazione, ma una *giocosimulazione* non va confusa con una simulazione computerizzata anche se l'utilizzo complementare di entrambe è ormai pratica consolidata in molti giochi anche storici come *METRO/APEX*²⁸ e la loro utilità è indiscussa. Uno dei problemi più comuni nell'uso delle *simulazioni computerizzate* è la necessità di una mole di dati solitamente non disponibile o se lo sono si trovano in formati non facilmente trattabili o poco aggiornati. Inoltre, le decisioni di solito devono essere prese in tempi brevi e se l'elaborazione della simulazione può anche essere veloce, la fase di raccolta, inserimento e trattamento dei dati richiede tempi lunghi.

Un confine più sfumato si osserva, invece, tra le *giocosimulazioni urbane* e i giochi di scienze politiche (*policy game* o *policy exercise*) in quanto esse possono essere utilizzate proficuamente all'interno di un processo orientato alla elaborazione di politiche urbane anche complesse.

²⁸ *METRO/APEX* è il primo gioco complesso di simulazione urbana di Richard Duke nel quale viene utilizzata la simulazione computerizzata. Esso deriva da un primo gioco di simulazione risalente al 1958, chiamato *METROPOLIS*, che successivamente modificato, migliorato e ribattezzato *METRO* (Michigan Experimental Teaching and Researching Operation) venne utilizzato nella città di Lansing, nello Stato del Michigan. Una descrizione più esauriente viene fornita nel punto 1.2.1.

È possibile completare il quadro sintetico e concettuale appena descritto facendo una disamina di quelli che sono gli elementi costitutivi generali di una *giocosimulazione*.

Elementi costitutivi e morfologia generale dei Giochi di Simulazione

Dal 1972 si sono succeduti numerosi studi e pubblicazioni con lo scopo di diffondere schemi metodologici e di pensiero propri di un campo che ha visto la propria fioritura all'interno della cultura di lingua anglosassone all'interno della quale è possibile focalizzare meglio i termini chiave: *play*, *game* e *simulation*.

Il termine *play* si riferisce al gioco come atto, come attività umana spontanea ad interagire: a seconda degli autori tale attività è considerata fondante per tutte le specie animali in quanto attitudine biologica (Bateson, 1956) e che esiste ancora prima dell'avvento di quella stratificazione di memorie, sapere e conoscenza oggi chiamata cultura (Huizinga, 1938). Il termine *game* si riferisce in letteratura alla forma che è possibile dare al gioco che ne determina il grado di ludicità e che ne stabilisce la natura collaborativa o competitiva. Il termine *simulation*, infine, si riferisce all'esercizio di un *modello*, esprimibile con linguaggio matematico formale o in altra forma, che riproduce il comportamento di un sistema di riferimento, reale o puramente astratto, mediante l'uso di programmi per computer o l'interazione diretta: nel primo caso si parlerà di interazione tra «agenti»; nel secondo caso di interazione tra «attori» reali.

E' patrimonio esperienziale comune che partecipare ad un gioco richieda di assumere un ruolo che seppur attuato in forma temporanea contribuisce alla definizione di nuovi spazi di relazione e di interazione. Tali spazi possono essere immagini fedeli di un sistema sociale con determinate regole di corrispondenza o, addirittura, immaginarie ed anche in disaccordo con le leggi naturali.

A seconda degli autori, è l'insieme di tre o quattro elementi che concorre a descrivere la morfologia generale di una *giocosimulazione* e sono numerose le descrizioni presenti in letteratura e riferite ai vari autori:

Scenario, Ruoli, Sistema di conteggio (Coppard e Goodman, 1979): secondo questa classificazione lo scenario stabilisce il contesto per l'attività di gioco. Il punto di partenza è rappresentato da un set di informazioni di base relative ad un contesto urbano reale o generico riferito ad un tempo dato in forma tale da suggerire quali aspetti del sistema verranno influenzati dalle azioni dei partecipanti. Tale scenario attraverso le interazioni può essere modificato. Gli scenari sono a volte altamente complessi e possono essere interpretati dai partecipanti attraverso l'uso di dati storici, diagrammi statistici, mappe o materiali audio-visivi. I ruoli assunti dai partecipanti sono gli stessi di quelli del mondo reale: pianificatori, politici, amministratori, membri del settore privato (costruttori, commercianti o industriali) o del sociale (gruppi, associazioni). Alcuni giochi stabiliscono i ruoli nei minimi dettagli mentre in altri sono meno definiti al fine di incoraggiare i partecipanti ad esplorare i ruoli del mondo reale e per svilupparli liberamente. Il sistema di conteggio include le regole, le procedure per assumere le decisioni, il metodo di rappresentazione dei risultati di tali decisioni e le registrazioni delle attività di gioco. Esso, inoltre, fornisce il meccanismo attraverso il quale importanti variabili del gioco sono monitorate affinché i giocatori possano tenere traccia degli sviluppi nel gioco.

Scenario, Ruoli, Sistema di valutazione, Modello di simulazione (Cecchini e Recla, 1988): la definizione di scenario è simile a quella precedente così come pure quella di ruolo pur facendo una distinzione in base al loro grado di "rigidità": essi possono essere «non descritti»; «funzionali» o «assegnati». Quelli del primo tipo si sviluppano nel corso del gioco e dunque l'evoluzione non può essere conosciuta; quelli del secondo tipo, pur prevedendo poche descrizioni, rimangono aperti alla interpretazione; quello del terzo tipo comprendono quei ruoli minuziosamente descritti e rigidamente

definiti. La definizione di sistema di valutazione è simile a quella di sistema di conteggio di Coppard e Goodman, ma differisce in quanto esso risulta esplicitamente connesso al “modello di simulazione”: tale elemento che contiene una semplificazione delle componenti del sistema ne fornisce anche una loro quantificazione e correlazione reciproca nonché la definizione delle risorse e del loro uso da parte dei giocatori, oltre alla modalità di simulazione del tempo. Dunque viene espressa una diretta conseguenza tra modello e regole.

Ruoli, Regole, Scenario, Modello (Rizzi, 2006): Il ruolo contiene in sé il significato di funzione e carattere predefinito in un particolare contesto e seppur strutturato dal progettista, tende a non essere comunque mai rigidamente definito. Questo perché seppur sia necessario che un ruolo dato imponga restrizioni e limiti opzioni e approcci ai partecipanti durante il gioco, non dovrebbe determinare conseguentemente strategie e comportamenti nel mezzo della *giocosimulazione*: giocatori con lo stesso ruolo possono perseguire strategie diverse, i loro obiettivi possono variare dagli uni agli altri e modificati anche costantemente durante il gioco. I ruoli possono essere concepiti per essere esplicitamente modificati o disegnati dai partecipanti. Le regole (qualitative/quantitative, temporali/spaziali, verbali/gestuali, premianti/punitive, negoziabili/fisse, implicite/esplicite) dal canto loro sono un'insieme di elementi che stabiliscono i confini controllabili dell'interazione e dunque del gioco determinando ciò che può o non può essere fatto. Di solito sono calibrate per limitare l'indefinitezza della *giocosimulazione*, in modo che i livelli di conflitto e il grado di competizione possano essere mantenuti sotto controllo. Inoltre, come tali dovrebbero riflettere i propositi alla base della *giocosimulazione*, espliciti o impliciti. Lo scenario è l'elemento indispensabile ed intrinseco al concetto di simulazione mentre il modello può farne parte oppure no: in questo caso i giochi sono poco o niente strutturati e assumono valenza metaforica in quanto le caratteristiche dello scenario attuato sono assolutamente ipotetiche. Il modello rappresenta uno schema più o meno sofisticato per la riproduzione o l'imitazione delle caratteristiche essenziali di un fenomeno utilizzabile per valutare il

grado di verosimiglianza della simulazione rispetto al caso reale. La simulazione, infine, è l'attività di proiezione dal mondo reale di differenti situazioni nelle dimensioni dello spazio e del tempo definendo nuove ipotetiche situazioni. È la simulazione che attiva quelle dinamiche che consentono ad uno scenario od un modello di acquisire "vita". Scenario e modello hanno confini sfumati quando la base di partenza è una semplice descrizione di una situazione o una narrazione.

Attori, Regole, Risorse (Klabbers, 2006): la tesi di Klabbers sostiene che i giochi si configurano al contempo, nella loro dinamica, come sistemi sociali e modelli di sistemi sociali. In particolare, gli attori sono gli "agenti" che attivano, attraverso le regole, il sistema di interazioni per la gestione delle risorse. La dinamica interna tra i giocatori e le diverse componenti ha a che fare con un esercizio di simulazione inteso come

"il processo di simulare qualcosa riproducendone un insieme di condizioni" o "un tentativo di risolvere un problema o esercitarsi alle conseguenze del fare qualcosa rappresentando il problema o il possibile corso degli eventi matematicamente, spesso utilizzando un computer" (Klabbers, 2006; pp.29-30).

Gli elementi di base che costituiscono una giocosimulazione, inteso come sistema sociale, sono tre blocchi interconnessi: gli attori, le regole e le risorse.

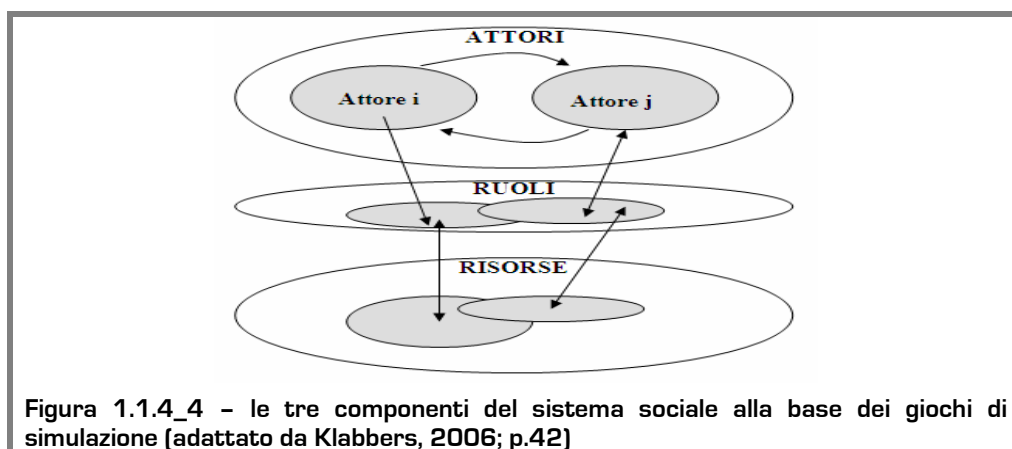


Figura 1.1.4_4 - le tre componenti del sistema sociale alla base dei giochi di simulazione (adattato da Klabbers, 2006; p.42)

Il primo blocco costituisce un sistema di interazione tra gli attori che così strutturano l'organizzazione sociale. Gli attori interagiscono in accordo a delle regole per accedere alle risorse.

Se le regole rimangono uguali il processo può essere considerato una continua riproduzione del sistema sociale così come è. Se le regole oppure le risorse variano nel tempo, cambia completamente il sistema di riferimento ed il sistema stesso si riproduce diversamente.

Da un punto di vista morfologico quella rappresentata in figura 1.1.4_4 rappresenta un'architettura di base per i giochi di simulazione espressa per macro componenti.

1) Scenario, Ruoli, Sistema di conteggio	Coppard e Goodman, (1979)
2) Scenario, Ruoli, Sistema di valutazione, Modello di simulazione	(Cecchini, 1989)
3) Ruoli, Regole, Scenario, Modello	(Rizzi, 2006)
4) Attori, Regole, Risorse	(Klabbers, 2006)

Tabella 1.1.4_5 elementi costitutivi generali di una giocosimulazione

In tabella 1.1.4_5 sono riportate in estrema sintesi le posizioni dei vari autori viste sopra.

Nei primi due casi le regole sono contenute nel cosiddetto «sistema di conteggio» (Coppard e Goodman, 1979) o «sistema di valutazione» (Cecchini, 1988). Nel terzo caso le regole assumono maggiore importanza e il «modello di valutazione» presente al punto due viene scisso nelle sue due componenti chiamate «scenario» e «modello» (Rizzi, 2006). Nel quarto caso, emerge una composizione coerente con la visione delle *giocosimulazioni* come sistemi sociali e modelli di sistemi sociali (Cfr. **1.1.4**) In particolare, gli attori possono essere considerati degli agenti che attivano, attraverso le regole, un

sistema di interazioni complesse tra loro al fine di operare sulle risorse. La dinamica interna tra gli attori e le diverse componenti avviene attuando una simulazione ossia riproducendo un insieme di condizioni che rispettano un determinato modello o metafora della realtà. Questo approccio combina gli aspetti comportamentali riferiti alla *giocosimulazione* in relazione al suo sistema di riferimento includendo l'infrastruttura fisica, ambientale e socio-economica che condiziona strutturalmente l'attività degli individui e dei gruppi di individui.

Sicuramente, dal complesso delle definizioni selezionate ed analizzate, le due ultime posizioni, ed in particolare l'ultima, emergono come quelle maggiormente fruttuose per aprire ulteriori riflessioni.

1.1.5 Limiti della Gioco/Simulazione in generale

Nella letteratura, specialmente in quella anglosassone degli anni '70 e '80, è molto facile imbattersi in posizioni entusiastiche circa le potenzialità e gli sviluppi futuri della Gioco/Simulazione, Invero sembrano ancora oggi valide alcune critiche mosse allora. Già all'inizio degli anni '70 la *Gioco/Simulazione* urbana veniva avvertita come una teoria poco sviluppata, mal definita se non addirittura inesistente (Taylor, 1971; p.74).

Sartorio (1976), tra le critiche generali mosse non solo alla *Gioco/Simulazione* ma a tutte quelle tecniche simulative basate su modelli e utilizzate in funzione predittiva, metteva in evidenza questioni relative alla contestualizzazione della tecnica, alla introduzione della stessa in ambito didattico forse più per moda che per reale consapevolezza che questa scelta comporta non solo in termini di impegno richiesta, ma soprattutto per la necessità di valutarne gli effetti. Rispetto al primo punto la difficoltà veniva collegata all'impostazione dei giochi di simulazione allora disponibili che risentiva forse troppo della sua matrice iniziale dei "war game" rendendosi poco adattabile ai sistemi socio-economici dell'area mediterranea. Rispetto all'applicazione alla didattica in generale

registrava una tendenza ad utilizzare la *Gioco/Simulazione* “[...] forse nell’intento di voler colpire con l’innovazione del metodo piuttosto che volerne verificare l’efficacia sotto il profilo didattico, col rischio di screditare a lungo termine lo strumento adottato” (pag.193).

Apprendere il significato e le potenzialità della *Gioco/Simulazione* per la Pianificazione è ancora un obiettivo importante anche se la stessa continua a presentare in se alcune criticità che rendono difficile delinearne correttamente i connotati.

Klabbers (2006) mette in evidenza come ancora oggi sia difficile scorgere un quadro concettuale comunemente accettato forse a causa del fatto che la *Gioco/Simulazione* si è diffusa da subito soprattutto come prassi all’interno di numerose comunità professionali che mostrano difficoltà nel comunicare e collaborare interdisciplinarmente impedendo così una reale innovazione. Nonostante alcuni sforzi notevoli nel tentare di riunificare concetti e metodi, permane l’idea che manchi

“[...] una robusta metodologia che rafforzi i metodi della Gioco/Simulazione” intesa soprattutto come modo di pensare prima ancora che metodo o tecnica”. (Klabbers, 2006; p.X)

E a questo sembra contribuire la struttura della ricerca scientifica tradizionale che mostra un panorama fortemente frammentato nei vari ambiti disciplinari aggravando la scarsità di coerenza negli studi nel campo della *Gioco/Simulazione*. Il fatto che immergersi in una *giocosimulazione* rappresenta un evento di totale coinvolgimento in un mondo temporaneo, provvisorio ed integrato non facilita, per la sua natura sfuggente, il tentativo di produrre di essa un’immagine coerente che permetta di catturarla in una terminologia scientifica. Nonostante le difficoltà oggettive, nella ricerca dell’autore olandese è certamente riconoscibile lo stato dell’arte e del pensiero su questo argomento all’interno del quale l’alta diversità di approcci in campo viene messa a confronto secondo un approccio interdisciplinare e una prospettiva di convergenza a partire dai domini delle singole discipline.

1.2 GIOSIMULAZIONI URBANE NEL XXI° SECOLO

1.2.1 Giocosimulazioni urbane e modelli quantitativi a grande scala: ascesa e crisi

Le *giocosimulazioni urbane* rappresentano una declinazione della grande famiglia delle *giocosimulazioni*. L'uso nella pratica pianificatoria della *Gioco/Simulazione* come tecnica di analisi e di ricerca risale a oltre quaranta anni fa e col passare del tempo è cresciuto l'interesse per il suo utilizzo a supporto dei processi di coinvolgimento di cittadini o gruppi di interesse coinvolti in processi di progettazione o gestione urbana. Tutto questo fino ad un punto di evidente crisi di efficacia e difficoltà di sviluppare una base di riferimento solida e coerente.

Si può sicuramente affermare che il più grosso impulso allo sviluppo empirico e teorico alla *Gioco/Simulazione* è stato dato da studiosi delle problematiche urbane e di rapporti all'interno di comunità. Tra i primi a progettare ed utilizzare delle *giocosimulazioni* in ambito urbano si possono citare Nathan Grundstein e Richard Meier. Grundstein nel 1959 con William Kehl disegna il gioco *COMMUNITY GAME* che prevede la simulazione di una città per un tempo di trent'anni; nello stesso periodo Meier lavora all'idea di progettare e usare giochi di simulazione per esplorare concetti e processi politici, sociali e culturali. Il risultato della ricerca è *WILDLIFE*, una simulazione che seppur non focalizzata sull'ambiente urbano introduce il concetto di comunità. Però il capostipite delle giocosimulazioni urbane, intese come «giochi operazionali» [*operational-games*] è senz'altro *POGE* [*Planning Operational Game Experiment*] di Francis Hendricks giocato e monitorato alla Cornell University fonte di ispirazione per molti progettisti (Rizzi, 2004).

Nel 1958 Richard Duke sviluppa *METROPOLIS* che successivamente modificato, migliorato e ribattezzato *METRO* [*Michigan Experimental Teaching and Researching Operation*] viene utilizzato nella città di Lansing, nello Stato del Michigan. Grazie al

successo ottenuto Duke sviluppa il suo primo progetto complesso di simulazione urbana, *METRO/APEX* nel quale viene utilizzata la simulazione computerizzata. Fa parte di questo filone anche *CLUG* (*Community Land Use Game*) sviluppato da Allan Feldt in collaborazione con il geografo urbano Brian Berry. Si tratta di un gioco basato su un modello di uso del suolo ispirato da *WILDLIFE* e *SQUARE MILE*. Quest'ultimo è un gioco che tenta di dare una descrizione semplificata dello sviluppo di una città e della pianificazione urbana. Sempre Feldt, ispirato della versione di Paul Goodman di *INTER-NATION*, forse il primo esempio di giocosimulazione in teleconferenza, diede un ulteriore impulso sviluppando una serie di esercizi di simulazione a grande scala adatti ad essere giocati da 50-100 giocatori interagenti in una teleconferenza e conosciuti con l'acronimo MAGG (Metropolitan Area Growth Games) (Feldt, 1995).

Le *giocosimulazioni urbane* (GSU) si caratterizzano, in quegli anni, per essere principalmente degli strumenti di addestramento per pianificatori e amministratori, strumenti di apprendimento per studenti, e strumenti di ricerca per scienziati, a prescindere dal grado di complessità dei modelli e delle simulazioni, supportate o meno da computers. In aggiunta, vi era fiducia che potessero essere degli utili strumenti di analisi, previsione e definizione di politiche per pianificazione urbanistica e la progettazione. Infatti, l'esigenza per gli studiosi di pianificazione urbana, era capire il comportamento dei sistemi urbani ormai regolati da un numero di variabili enormemente superiori al passato e il più delle volte sconosciute o non prevedibili e pertanto difficilmente descrivibili o controllabili mediante semplici o singoli algoritmi matematici (Cecchini, 1988). Ma a dispetto di ciò la tendenza diffusa era comunque quella di integrare all'interno della GSU dei modelli a grande scala. La estrema rigidità insieme alla necessità di un numero elevato di dati; la pervicacia nelle proprie idee errate; la progettazione complessa insieme agli alti costi di realizzazione, e alla eccessiva generalità, grossolanità e meccanicità (Lee, 1973) sono ascrivibili come le cause della crisi e del tramonto dei modelli urbani a grande scala. Crisi che si abbatté sul futuro sviluppo ed utilizzo delle GSU. Anche

se apparentemente i primi tre punti sembrano superati (Harris, 1994), i modelli a grande scala scontano comunque la pretesa di voler predire comportamenti futuri di sistemi complessi come quelli urbani.

È noto da tempo che in natura i sistemi complessi sono estremamente sensibili a piccole variazioni delle condizioni al contorno e che negli ecosistemi urbani una ulteriore dose di complessità va considerata: i comportamenti tenuti dagli attori/agenti, che insieme agli oggetti costituiscono il sistema, non sono sempre del tutto razionali e basati su ragionamenti facilmente ripercorribili, ma sono frutto di una continua interazione che vede le preferenze dei singoli connesse in modo coevolutivo (Allen, 1997).

La crisi dei modelli utilizzati nella pianificazione e la crisi intrinseca della pianificazione urbana che perdeva progressivamente i suoi connotati sociali per avvicinarsi sempre più alle scienze "dure" (Hall, 2002) (Alexander, 1992) hanno accelerato, dunque, un progressivo processo di obsolescenza delle giochi simulazioni urbane facendo emergere ulteriori specifici motivi di crisi di origine epistemologica, metodologica e pratica (Cecchini, Rizzi, 2001).

Per quanto riguarda l'origine epistemologica della crisi, si consideri la tendenza di molti studiosi delle discipline "deboli", non dotate di forti statuti interni come la pianificazione urbana, a credere che i metodi e gli strumenti della fisica sperimentati con successo potessero migrare nelle scienze sociali dando luogo ai primi modelli urbani. Inoltre alla pianificazione urbana non veniva dato il compito solo di descrivere, analizzare ed interpretare lo sviluppo urbano ma soprattutto quello di predire ed escogitare strategie per raggiungere futuri possibili. Dunque importando la complessità algoritmica dei *modelli a grande scala* che promettevano la possibilità di ottenere previsioni sul comportamento di sistemi complessi all'interno delle GSU si credeva di poter raggiungere lo scopo.

La crisi di origine metodologico nasce dunque dalla necessità di estendere il dominio delle GSU a scopi predittivi oltreché solo per addestramento ed analisi sollevando non pochi problemi legati alla natura e bontà dei modelli posti alla base. In particolare il dubbio si

poneva tra l'uso di modelli urbani puramente algoritmici e modelli ibridi basati a loro volta su sottomodelli meccanici connessi a dei sistemi di attori. Quando si è tentato l'utilizzo per scopi analitici e di previsione si la crisi epistemologica che si era abbattuta sui *modelli a grande scala* ha finito con lo spingere i progettisti di GSU a confinare l'uso di tali strumenti nel solo campo dell'addestramento.

Le ragioni pratiche che hanno dato origine alla crisi risalgono agli anni '80. Le GSU venivano considerati degli efficaci strumenti di pianificazione alla stregua dei piani elaborati da esperti che venivano considerati dei validi strumenti di governo. Tale convinzione era così radicata da considerare il conflitto come un processo che può essere razionalizzato, compreso e risolto. In realtà di fronte a conflitti di tipo sociale e stagnazione economica si verificò un disequilibrio di tipo regionale e tutte le tecniche ed i metodi della gioco simulazione urbana si rivelarono inefficaci e le amministrazioni pubbliche sospesero l'uso della *giocosimulazioni urbane* (Cecchini, Rizzi, 2001).

Benché una parte consistente dei membri di ISAGA si occupava di problemi legati all'urbanistica, ambiente e sociologia verso la fine degli anni '80 i settori dell'educazione e dell'apprendimento accanto alla formazione sono diventati trainanti: quasi un ritorno alle origini o un colpo di spugna rispetto alle evidenti difficoltà e perplessità che la gaming/simulation in ambito urbano mostrava.

1.2.2 Giocosimulazioni urbane come artefatto: Community Land Use Game (CLUG) e Simulated Society (SIMSOC)

Fino a questo punto si è affrontata la *Gioco/Simulazione* in termini di tecnica simulativa e sotto l'aspetto disciplinare. Rispetto a questi due aspetti ne emerge un terzo forse più importante e cioè la *Gioco/Simulazione* come tecnologia, come applicazione pratica di un apparato di conoscenze e teorie che si materializza in un artefatto e cioè la *giocosimulazione*. Per fare ciò è necessario introdurre alcune classificazioni che peraltro si presentano numerose in letteratura.

Tra le tante sono di maggiore interesse per la presente ricerca le seguenti due.

Una prima classificazione, pubblicata da Feldt & Rycus (1988) e successivamente ripresa e adattata da Rizzi (2004) in lingua italiana, permette di identificare le *giocosimulazioni* in base alle dinamiche che intendono attivare. I «giochi quadro» (*Frame Games*) si caratterizzano per l'assenza di un contenuto specifico e per la possibilità, dunque, di essere utilizzati in molteplici contesti; sono basati su una serie strutturata di interazioni tra i partecipanti allo scopo di scambiare informazioni ed esperienze; possono essere interrotti e riavviati più volte in base a nuove informazioni. I «giochi di empatia» (*Empathy Games*), invece, vengono sviluppati per rendere consapevoli i partecipanti di posizioni e punti di vista diversi; si tratta principalmente dei giochi nei quali i partecipanti a turno si scambiano di ruolo. I «giochi sull'allocazione delle risorse» (*Resource Allocation Games*) vengono sviluppati soprattutto per trasferire concetti tipici della pianificazione e della cooperazione; i giocatori competono per ottenere e consumare quote di una o più risorse la cui disponibilità è scarsa (per esempio terre, denaro, acqua, energia, cibo, potere). Infine, i cosiddetti «giochi di procedura» (*Process Games*) vengono disegnati per rappresentare ed insegnare forme di processi decisionali relativi a normative, politiche od organizzazioni; i giocatori apprendono gradualmente una serie di passaggi o procedure che devono essere percorsi per poter giocare con successo.

La seconda classificazione, pubblicata da Catanese (1972) e ripresa da Cecchini&Recla (1987), è un po' più datata ma molto valida. Essa individua tre generazioni di *giocosimulazioni urbane* (GSU) tali che ogni generazione tende a innovare la precedente non solo in termini di obiettivi ma anche di raffinatezza. Le GSU di **prima generazione** sono quelle che nascono per la soluzione di problemi connessi con l'uso del suolo. Le GSU di **seconda generazione** si spingono verso la modellizzazione di sistemi urbani reali al fine di simularne l'evoluzione per fare delle previsioni e prendere delle

decisioni in proposito. Infine, le GSU di **terza generazione** sono costituite da moduli che vengono sviluppati secondo schemi generici al fine di poter essere adattati in varie situazioni.

Le classificazioni presentate non sono considerabili universali, ma risultano particolarmente utili a collocare di volta in volta le *giocosimulazioni urbane* all'interno di un quadro operativo.

Rispetto a tali classificazioni, *CLUG*, acronimo di *Community Land Use Game*, può essere definito certamente come una tradizionale *giocosimulazione urbana* della prima generazione, a metà tra i giochi di procedura e i giochi di allocazione di risorse, e focalizzata sull'uso del suolo e la rendita urbana. *SIMSOC*, acronimo di *SIMulated SOCiety*, invece, è un gioco di terza generazione, collocabile tra i giochi di empatia, ed il suo scopo è di simulare organizzazioni complesse. Entrambi rispettano la classica suddivisione in quattro fasi: preparazione degli spazi e delle attrezzature; introduzione dei partecipanti al gioco da parte del conduttore o facilitatore; svolgimento di un certo numero di turni di gioco; commento e discussione da parte dei partecipanti su quanto emerso durante lo svolgimento del gioco (quali dinamiche personali, di gruppo, critica al modello proposto e altro) chiamato anche *debriefing* o *dopogioco*.

CLUG (Community Land Use Game)

Generalità

Scopo di questa *giocosimulazione*, progettata da Allan G. Feldt nella sua prima versione nel 1966 (con il nome Cornell Land Use Game) e pubblicato dopo numerosi miglioramenti nel 1972, è fornire una comprensione di alcuni dei fattori diretti e indiretti che riguardano la crescita di un'area urbana. Sono previsti dai tre ai quindici partecipanti per volta gestiti da uno staff composto da un facilitatore ed un aiutante. È richiesta la disponibilità di una grande stanza con un tavolo e delle sedie per ciascuna squadra oltre ad un tavolo su cui poggiare i materiali da gioco.

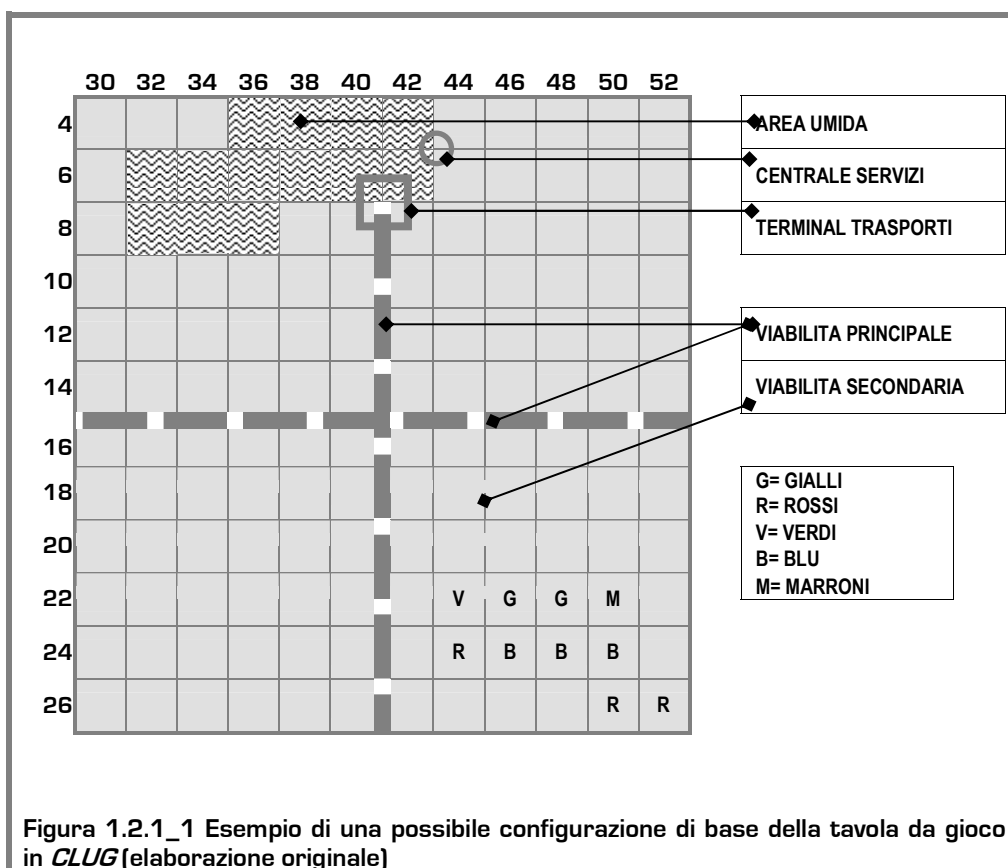
I materiali utilizzati sono composti da una griglia quadrata e dei segnalini, del denaro finto, modelli da compilare e un supporto per dei calcoli aritmetici veloci (una calcolatrice da tavolo o un computer dotato di foglio elettronico). Sono disponibili un manuale per i partecipanti e una versione più avanzata per il facilitatore. Possono essere condotti sette diversi "esperimenti": il primo sulle politiche urbane; il secondo sull'interdipendenza tra le aree rurali e le aree urbane; il terzo sul ruolo della mobilità e della tecnologia; il quarto sulla regolamentazione dell'uso del suolo; il quinto sulle relazioni interregionali; il sesto sulla finanza municipale; il settimo sull'inquinamento ambientale. All'interno del manuale sono contenute diverse letture correlate ai vari esperimenti che hanno lo scopo di introdurre i partecipanti alle problematiche specifiche.

La *simulazione interattiva* prevede tre fasi. Durante la prima fase sono necessari circa 20 minuti per preparare gli equipaggiamenti; la seconda fase richiede circa 30 minuti per istruire l'aiutante. La terza fase è quella dedicata propriamente alla sperimentazione e dura dalle quattro alle nove ore. La quarta fase, o dopogioco (*debriefing*) è dedicata alla discussione su quanto si è verificato durante la simulazione e può richiedere da una a tre ore.

Scenario e modello

Nella versione base dedicata alle politiche urbane, i giocatori organizzano un'area rappresentata da una matrice quadrata 12x12 suddivisa in 144 celle che rappresentano un singolo lotto di terreno ciascuna. Le righe e le colonne sono identificate da un valore relativo ad una progressione di numeri pari così che ciascuna coppia di valori riga-colonna individua univocamente la singola cella. Le linee di separazione tra ciascuna cella rappresenta la maglia viaria secondaria mentre due linee tratteggiate con di maggior spessore rappresentano la maglia viaria principale. Il singolo lotto viene individuato da una coppia di numeri dispari come intersezione della maglia viaria. Le risorse disponibili dall'inizio sono un terminal per trasporti (che fornisce anche servizi commerciali di base), una

centrale per i servizi pubblici (che fornisce energia elettrica, servizi di gestione dei rifiuti e depurazione delle acque) e un'area umida (lago o fiume).



Ogni singola cella che viene assegnata alle diverse squadre può essere edificata solo quando viene raggiunta dalle opere di urbanizzazione che si dipartono dalla centrale servizi. La configurazione iniziale della griglia varia in base a quale dei sette esperimenti si intende affrontare e alla griglia possono essere aggiunte delle curve di livello per rappresentare diverse configurazioni topografiche al fine di rendere più realistica la simulazione.

Il modello urbano utilizzato rappresenta la tipica città americana dei primi anni del ventesimo secolo. Per questo i costi di trasporto riflettono quelli che si avevano prima dell'avvento dell'uso

massiccio dell'automobile privata. È possibile comunque fare delle variazioni al modello di base per avere dei costi più aggiornati.

Ruoli e obiettivo

Non sono previsti ruoli individuali ed i partecipanti sono divisi in tre o cinque squadre: Rossa, Gialla, Verde, Blu e Marrone, all'interno delle quali possono assumere specifiche funzioni a seconda delle loro scelte.

L'obiettivo per ogni squadra è quello di provare a ottenere profitto dall'investimento del loro capitale iniziale pari a 100.000 Dollari, nella costruzione di edifici e nell'acquisto di terreni.

Procedura di gioco

I partecipanti vengono introdotti al gioco attraverso la lettura del manuale a loro dedicato, ascoltando le brevi spiegazioni da facilitatore e successivamente vengono assegnati alle squadre che a loro volta ricevono una dote di danaro finto.

Ogni squadra acquista delle porzioni di terra sulle quali acquisisce il diritto a costruire. L'uso del suolo è regolato secondo tre destinazioni d'uso interdipendenti: industriale, commerciale e residenziale. Ciascun uso dipende dagli altri due per alcuni servizi. Per esempio l'uso commerciale richiede forza lavoro (e perciò aree residenziali) ma anche compratori (e dunque aree industriali e residenziali). Ciascuna tipologia di uso del suolo richiede delle spese di trasporto, tasse sulla proprietà, oltre alle spese necessarie alla manutenzione degli edifici ed al pagamento dei servizi fruiti sia pubblici che privati.

CLUG si svolge secondo dei turni (o cicli) scanditi da una sequenza di dieci passi con l'aggiunta di un passo addizionale, tra il secondo e il terzo, ogni volta che si raggiunge il quinto turno. Ad ogni passo i partecipanti si attivano su un aspetto del processo economico e le attività tipiche di quel passo, una volta completato, non possono più essere ripetute fino al prossimo turno.

Esempio di un turno di gioco

Il primo passo è quello di **acquistare della terra** prendendo parte ad un'asta durante la quale la terra viene venduta al miglior offerente.

Il secondo passo è quello di **realizzare le urbanizzazioni**: le squadre non possono costruire se il proprio terreno non è stato urbanizzato e le urbanizzazioni possono essere costruite solo se la maggioranza delle squadre approva. Il costo delle urbanizzazioni è coperto dalle tasse sulla proprietà valutate in base a ciascuna squadra.

Il terzo passo consiste nella **costruzione di edifici**: le squadre possono acquistare degli edifici residenziali commerciali o industriali da ubicare nelle loro porzioni di terreno. Esse possono cooperare o competere per acquistare la terra e costruire gli edifici.

Il quarto passo consiste nell'**assumere degli impiegati**: ciascuna squadra stringe degli accordi per assumere i residenti nelle aree industriali oppure commerciali. Questi accordi, fissata la rata da pagare, hanno effetto fino al seguente quinto giro.

Il quinto passo è quello di **stabilire degli accordi di vendita**: le squadre stabiliscono i prezzi dei servizi commerciali e stringono degli accordi di vendita che hanno effetto fino al prossimo quinto giro.

Il sesto passo prevede il **ricevimento dei redditi**: ciascuna squadra che possiede industrie riceve dei pagamenti da facilitatore per beni prodotti e spediti verso il resto del mondo.

Il settimo passo prevede il **pagamento degli impiegati**: i datori di lavoro pagano gli impiegati secondo gli accordi presi nel quarto passo.

L'ottavo passo consiste nel pagare gli esercizi commerciali e gli uffici per i servizi fruiti durante il turno specifico.

Il nono passo prevede per le squadre il **pagamento dei costi di trasporto** calcolati sulla base dei terreni e dei fabbricati posseduti da ciascuna squadra.

Il decimo passo prevede il **pagamento delle tasse**: ciascuna squadra paga le tasse sulla proprietà in base ai propri redditi. Questi fondi servono a pagare i servizi sociali per i residenti e per costruire nuove urbanizzazioni. Le squadre vengono informate sullo stato dei fondi comuni dal facilitatore. Essi propongono e possono votare per modificare le aliquote relative alle tasse da pagare. Gli effetti di tali decisioni avranno effetto nel giro seguente.

Ogni cinque turni, come accennato, viene aggiunto un passo addizionale subito dopo il secondo che consiste nel **restauro degli edifici**. Tutti gli edifici deteriorati dal tempo insieme agli edifici antichi possono diventare inutilizzabili a causa di eventi imprevisti (eccessiva obsolescenza, incendi, cause naturali). Gli edifici che sono stati restaurati hanno meno probabilità di subire questi eventi imprevisti. I partecipanti possono investire in questa attività di restauro solo in questo momento, oppure possono rischiare che gli edifici si deteriorino irrimediabilmente nel tempo.

Dopogioco

I 30 minuti finali di ciascun turno possono essere dedicati a discutere e commentare le dinamiche osservate durante la simulazione. Anche alla fine della sessione può essere molto utile affrontare una discussione nella quale condividere le esperienze individuali e le percezioni delle relazioni tra il mondo reale e quello simulato.

Commento

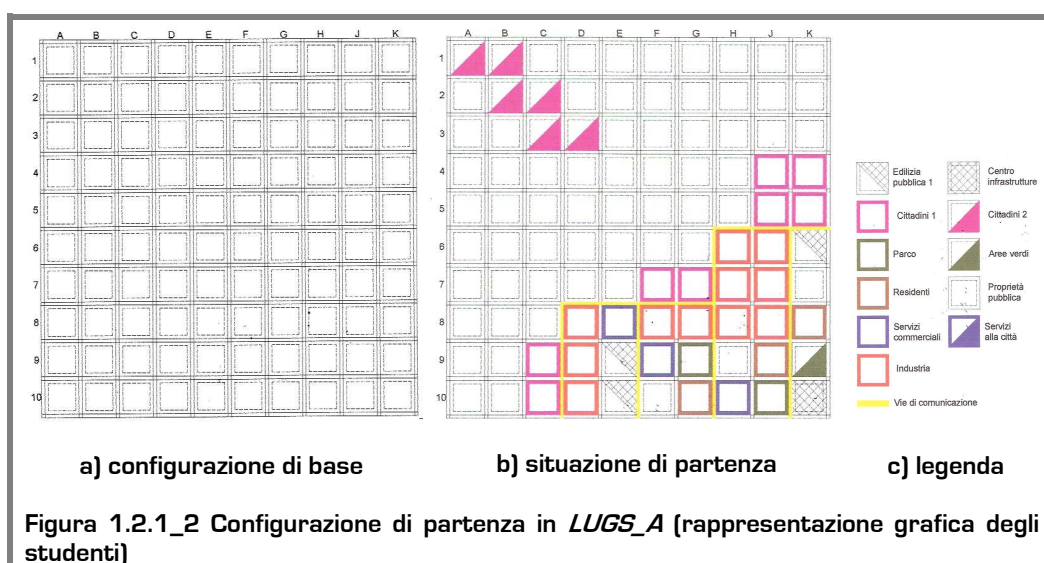
A causa della poca familiarità da parte dei partecipanti e la intrinseca complessità della simulazione, i primi due turni, di solito, si svolgono abbastanza lentamente. Una volta che i partecipanti acquisiscono dimestichezza il ritmo diviene più sostenuto e coinvolgente e le squadre, diventano molto competitive. Dopo un sufficiente numero di turni i partecipanti tendono ad acquisire più consapevolezza dell'impatto delle proprie scelte sul futuro dell'intera città e, solitamente, tendono a mettere in secondo piano interessi di

squadra. Se questa presa di coscienza si verifica le squadre motivano le proprie scelte in base delle questioni di interesse metropolitano. Di solito sono sufficienti dai cinque ai dieci turni affinché quasi tutti comprendano appieno il modello e il gioco venga concluso.

Pare utile in questo caso, data l'apparente eccessiva sintesi e schematizzazione della struttura del gioco, riportare i risultati di una sessione rappresentativa delle numerose tenute il corso di Pianificazione Territoriale presso la Facoltà di Architettura di Alghero.

Le giocosimulazioni urbane sono state impiegate per verificare il grado di consapevolezza degli studenti circa le dinamiche sottese al ciclo di vita di un piano urbanistico. Nel caso specifico si riferisce di una forma adattata al contesto della città di Alghero della giocosimulazione Land Use Gaming-Simulation (LUGS) sviluppata da Taylor (1971) ed altri collaboratori sulla base della prima versione del più famoso Cornell Land Use Game di Feldt (1966) successivamente pubblicato nel 1972 con il nome Community Land Use Game (CLUG).

All'esperimento, denominato Land Use Gaming-Simulation Alghero (LUGS_A), hanno partecipato 31 studenti del corso di Pianificazione Territoriale tenuto da Paola Rizzi coadiuvata da Roberto Cossu ed altri. Gli studenti, suddivisi in 6 gruppi (Amministrazione, Pianificatori, Politici; Cittadini1, Cittadini2, Imprenditori1 e Imprenditori2). Il modello fisico della città, in scala 1:10.000, è rappresentato da una griglia suddivisa in 100 parcelle quadrate di 50 millimetri di lato suddivise tra loro da una maglia viaria e due aree di rispetto di larghezza 5 millimetri ciascuna.



Alla fine del debriefing gli studenti hanno prodotto cinque relazioni (i due gruppi degli imprenditori sono stati accorpati) nelle quali sono state sintetizzate le impressioni e le considerazioni relative all'esperienza. Dalla loro lettura emergono con chiarezza quattro questioni principali: la rendita fondiaria; il processo comunicativo; il ruolo del pianificatore e l'efficacia della giocოსimulatione urbana.

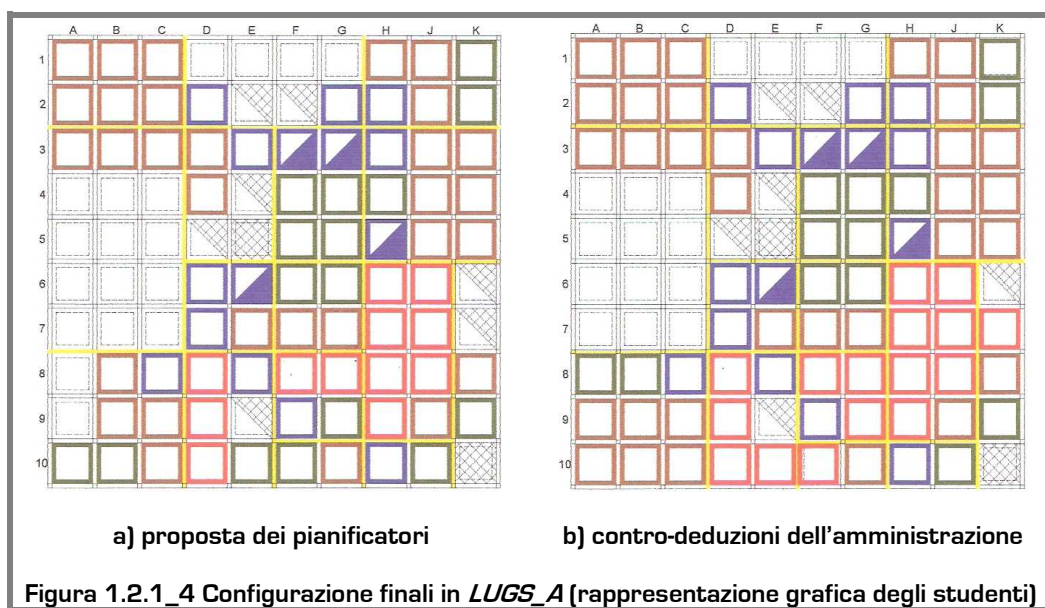
In particolare la rendita fondiaria sembra condizionare fortemente sia i comportamenti dei cittadini e degli imprenditori, che tendono a massimizzare i propri profitti, sia a determinare alcuni meccanismi economici poco leciti attuati dalla mano pubblica contro l'aspettativa di un atteggiamento più etico. Questa dinamica inoltre risulta essere accompagnata dalla difficoltà nel trovare spazi di negoziazione che risultino fruttuosi per tutti i partecipanti che al contrario tendono a chiudersi all'interno dei gruppi e a gestire la dinamica interattiva a proprio vantaggio facendo uso poco strategico della comunicazione. Anche se tale problema viene attribuito allo scarso tempo a disposizione per interagire a causa dei contingentamenti imposti da chi conduce il gioco. E l'uso non ottimale della comunicazione sembra essere il parametro fondamentale col quale viene giudicato il comportamento del gruppo dei pianificatori. Tale comportamento viene classificato corretto o scorretto a seconda che gli stessi dimostrino di saper ascoltare e tenere in debita considerazione le

rivendicazioni degli stakeholders anche se poi gli viene riconosciuto un potere relativamente limitato in quanto il gruppo dei politici tende a delegittimare le scelte di tipo tecnico.

	Questioni principali emerse											
	La rendita fondiaria			Il ruolo del pianificatore		Il processo comunicativo		Efficacia della giocosimulazione urbana				
	Mecanismi economici spostati dalla mano pubblica contro l'aspettativa di un alloggiamento più etico	Mecanismi economici poco bilanciati spostati dalla mano pubblica contro l'aspettativa di un alloggiamento più etico	Tensione da parte dei cittadini e degli imprenditori verso la massimizzazione delle rendite fondiarie	Condotta comata	Condotta scorretta	Tendenza del gruppo a gestire la dinamica interattiva a proprio vantaggio, facendo uso scorretto della comunicazione	Difficoltà a trovare spazi per una negoziazione fruttuosa	Aderenza tra la dinamica interattiva della simulazione e la realtà	Accettazione critica delle regole imposte pur se non chiare o sconosciute	I tempi dell'interazione compresi rispetto alle reali necessità	Obiettivo di tipo addestrativo raggiunto: maggiore consapevolezza da parte dei partecipanti delle problematiche affrontate	Obiettivo finale del gioco non raggiunto
GRUPPO 1	x									x		
GRUPPO 2				x			x	x				
GRUPPO 3		x	x	x		x		x	x		x	
GRUPPO 4		x	x		x	x	x				x	x
GRUPPO 5		x	x	x		x		x			x	x

Figura 1.2.1_3 Riepilogo delle questioni principali emerse

L'efficacia della giocosimulazione viene riconosciuta largamente innanzitutto per l'aderenza della simulazione rispetto alla realtà seppure in scala ridotta. E tale aderenza viene riconosciuta proprio nella scarsità di tempo utile a svolgere correttamente dei processi di negoziazione corretti. In generale i partecipanti mostrano consapevolezza nel ritenere che l'obiettivo del gioco in se sia praticamente impossibile da raggiungere se non dopo aver compreso a fondo il modello di interazione corretto, ma a quel punto la simulazione tende a perdere di interesse. Altrettanta consapevolezza viene dimostrata nel considerare che l'obiettivo addestrativo viene raggiunto in quanto è generalizzato l'incremento di consapevolezza da parte dei partecipanti circa le problematiche affrontate.



SIMSOC (*SIM*ulated *SOCI*ety)

Generalità

Scopo del gioco, progettato da William Gamson nel 1966, è incoraggiare i partecipanti a farsi domande sulla natura dell'ordine sociale ed analizzare processi di conflitto e controllo sociale. Oltre a ciò, i partecipanti vengono incoraggiati a esplorare le percezioni relative alla comunicazione interpersonale ed affrontare la sfida di costruire una società più soddisfacente di quella di partenza.

Il pacchetto, analogamente a CLUG, è composto di un manuale per i partecipanti e un manuale per il facilitatore che contiene tutti i materiali necessari fino ad un massimo di 60 persone.

Lo staff previsto è composto da un facilitatore e uno o due assistenti.

I partecipanti previsti vanno da un minimo di 15, al numero massimo di 60 mentre 40 è il numero ottimale.

Per quanto riguarda gli spazi, per operare al meglio sono necessarie quattro stanze separate munite di sedie per i partecipanti. Una stanza molto grande o due di medie dimensioni possono essere sufficienti.

La *simulazione interattiva* è suddivisa in 5 o 10 sessioni di circa 50/90 minuti ciascuna per un totale di minimo 8 ore di gioco. Le discussioni vengono riservate all'ultima sezione.

Scenario e modello

Un gruppo di individui evolve all'interno della società alle prese con momenti di prosperità caratterizzati però da una serie di problemi, legati al basso potere delle autorità. La natura della società risultante è determinata dai partecipanti e dalla qualità delle loro interazioni piuttosto che dai parametri gioco. Non c'è un modello particolare alla base della simulazione quanto invece una visione della società all'interno della quale gruppi differenti si confrontano secondo un mix di comportamenti cooperativi e conflittuali. La libertà di interazione e di decidere e stravolgere delle regole da parte dei partecipanti rende l'esito piuttosto aperto.

Ruoli e obiettivo

I partecipanti vengono divisi in quattro regioni: i privilegiati (Verdi), i benestanti (Gialli), la classe medio bassa (Blu) e gli indigenti (Rossi). La qualità della vita in queste regioni è determinata dal numero dei mezzi di sussistenza e dalle agenzie di viaggio presenti in ognuna; i Verdi possiedono tutto mentre Rossi non hanno niente. 7 partecipanti sono chiamati ad interpretare il ruolo di capo di sette "gruppi base", con il compito di fornire lavoro al resto dei partecipanti. Tali gruppi sono così chiamati: BASIN (industria di base); INNOVIN (industria innovativa); POP (partito dal popolo); SOP (partito della Società); EMPIN (interessi dei lavoratori); MASMED (Mass Media); JUDCO (consiglio dei giudici).

I capi di INNOVIN, JUDCO e POP vivono nella regione Verde; i capi di SOP e BASIN nella regione Gialla; i capi di MASMED e EMPIN nella regione Blu. Nella regione Rossa non vive alcun capo.

Ogni "gruppo base" ha uno specifico obiettivo: INNOVIN e BASIN cercano di espandersi il più possibile e di incrementare le proprie risorse e gli introiti risolvendo degli anagrammi che acquistano dalle banche; POP e SOP cercano di mobilitarsi per ottenere più politiche pubbliche; EMPIN cerca di assicurare un adeguato livello di sussistenza a tutti i membri della società; MASMED si occupa di informare la società; JUDCO chiarisce e interpreta le regole del gioco in maniera onesta. I partecipanti vengono chiamati a cooperare il più possibile per creare una società dove tutti i membri hanno un lavoro ed un'adeguata sussistenza in modo che gli indicatori nazionali possano rimanere stabili o al più crescere. Quando gli indicatori nazionali decrescono gli stipendi che il facilitatore assegna ai gruppi base, decrescono allo stesso modo.

Procedura di gioco

SIMSOC si caratterizza per essere estremamente flessibile e non avere dei passi di gioco strettamente predeterminati.

L'inizio della simulazione corrisponde a una introduzione durante la quale il facilitatore spiega le regole e le questioni di ordine

generale evitando di entrare nel merito di come ciascuno dovrà comportarsi durante il gioco. Solo le regole stabilite dai partecipanti possono essere modificate. Sempre durante l'introduzione il facilitatore stabilisce i redditi di ciascun "gruppo base" ed il numero di beni di sussistenza ed agenzie di viaggio in ogni regione, in base al numero di partecipanti. A questo punto ciascuno esprime delle preferenze di appartenenza a ciascuna regione e gruppo compilando appositi moduli e l'assistente forma i sette gruppi in base a tali preferenze scegliendone il capo. La simulazione ha inizio dopo la assegnazione dei partecipanti all'interno delle quattro regioni.

Come detto in precedenza non ci sono dei passi predeterminati, ma in generale il gioco segue uno schema composto da tre fasi.

Nella **prima fase** i vari gruppi hanno a che fare con **problemi di scarsità** (per i primi due o tre turni): se la società nella sua interezza vuole sopravvivere i bisognosi della regione rossa devono essere integrati. I meno abbienti cercano di assumere i membri della regione rossa fornendo loro sussistenza e/o biglietti di viaggio, oppure estende loro danaro in tutti quei modi che possono garantire un ritorno economico. I più abbienti tendono a dimenticare i problemi dei Rossi cercando piuttosto di aumentare il proprio reddito.

Nella **seconda fase** i partecipanti affrontano la **questione del potere e dell'autorità** (dal terzo al quinto turno): una volta che la mera sopravvivenza sociale non rappresenta più un problema si verificano delle battaglie per il potere. Questi sono i momenti in cui i partecipanti cercano di organizzare la società in maniera più efficiente. Due schemi sono comuni durante questa fase: a volte un governo emergente (composto da un insieme di Rossi che sono molto più motivati degli altri a ragionare in termini nazionali piuttosto che regionali, oppure un consiglio di rappresentanti da ogni regione, oppure un "gruppo base" come MASMED o JUDCO) estromette diversi partecipanti facoltosi. Attraverso il pagamento di una somma alla banca, questi ultimi formano una cosiddetta SIMFORCE che ha il

potere di arrestare le altre persone e di proteggere loro stesse dall'arresto. Durante la lotta per il potere se la SIMFORCE non viene co-optata il governo cade ed è necessario ricostituirne un altro. Qualche volta, è possibile che il governo stesso possa creare una SIMFORCE quando non è soddisfatto del processo di costruzione della società perché giudicato troppo lento. Quelli che vengono costretti ad obbedire al governo possono ribellarsi. A volte non si riesce a superare questa fase, ma quelli che ce la fanno affrontano la terza fase.

Durante la **terza fase** i partecipanti affrontano i **problemi legati alla prosperità** e nella maggior parte dei casi le società cercano di comporre un governo tecnico in quanto ritengono di avere raggiunto un grado di maturità tale da essere in grado di prendere delle decisioni in forma collettiva che siano accettabili dalla maggior parte dei membri. Tali decisioni sono rivolte allo sviluppo di piani per l'incremento degli indicatori nazionali, fornire sussistenza e lavoro a tutti i membri e gestire i conflitti.

Dopogioco

Alla fine del gioco, anche in questo caso, si affronta una discussione nella quale si commentano le percezioni personali e si cerca di costruire un parallelo tra la situazione del mondo reale ed il modello costruito durante la simulazione.

Commento

Giunti alla terza fase durante la quale sembra scemare la competitività si verifica di solito una situazione nella quale tra i partecipanti prevale una sorta di disinteresse per il proseguo della simulazione. Questo fatto può essere spiegato considerando che costruire la società richiede di mettere insieme le energie di tutti partecipanti mentre il suo mantenimento richiede meno tempo, energie e coinvolgimento da parte di tutti. L'atteggiamento diventa quindi più rilassato e partecipanti tendono a perdere il proprio interesse a creare delle diversioni culturali. Quando questa situazione si verifica il direttore del gioco senza nessun avviso, per

evitare che si formi un comportamento di tipo piatto, ferma il gioco e propone di iniziare il *debriefing*.

La descrizione si CLUG e SIMSOC è utile ad avere un quadro degli aspetti strutturali e procedurali che identificano una *giocosimulazione urbana* di tipo classico, ma non esauriscono la complessità dell'argomento né il quadro variegato che si profila negli ultimi anni rispetto al tema. Se da un punto di vista teorico possiamo considerare le classificazioni viste nel punto precedente (Catanese, 1972; Feldt&Rycus, 1988) come ancora valide, dal punto di vista pratico si ritiene la seguente più rispondente all'esigenza di trovare dei punti di contatto tra i giochi di simulazione e le nuove tendenze di cui si tratta nel seguito.

Rizzi (2006) propone tre "classi" di azioni generali alla base delle *giocosimulazioni urbane* sia che si tratti di giochi da tavolo, giochi al computer o giochi di simulazione: **giocare a progettare e costruire la città, giocare a trasformare la città, giocare a conquistare la città**. Rientrano nella prima tipologia quelle esperienze nelle quali il partecipante, da solo o in una sola squadra, decide dove e come localizzare la sua città, dove edificare e demolire, secondo quale stile e con quali regole. Questo vale sia nella variante fisica che in quella virtuale²⁹. Nella seconda tipologia rientrano quelle esperienze di trasformazione della città nelle quali, da uno scenario di partenza, è possibile ampliare, ridefinire e mantenere la città stesse³⁰. Questa tipologia è la più simile alle

²⁹ L'autrice attribuisce a questa categoria di giochi una variante fisica e una virtuale. In particolare ricorda che i giochi di ambiente "fisico" "[...] dalla fine dell'800 fino ai giorni nostri accostano l'arte del costruire a quella del collezionare: come Pretty Village ma anche le costruzioni di carta pubblicate nell'Enciclopedia dei Ragazzi, edita da Mondadori negli anni '40 del secolo scorso, che forniva via via case, edifici pubblici, chiese da riprodurre e montare per creare la propria città. Negli anni si susseguiranno: Meccano, Lego, Dinky Toys e Tinker Toys". (Rizzi, 2006) L'aspetto virtuale, invece, è rappresentato dalla creazione di utopie urbane, in un gioco che permette l'esposizione di idee e ideologie "[...] spesso purtroppo pietrificandole in forme senza futuro, a volte con piccole gambe come quelle che Archigram mette a Cities Moving. Il gioco si è cristallizzato nel "gioco di stile" del collezionista". (Rizzi, op. cit.)

³⁰ Anche qui l'autrice porta un esempio ed in particolare il racconto descritto in "Giochi da pavimento" di Wells: "un'intera stanza viene adibita all'installazione di una struttura urbana che viene accresciuta con materiali eterogenei, adattati, a volte modificati in cui si confrontano padre e figli non solo nel progetto ma anche nella sua lettura una volta che un pezzo o parte di un frammento della città sia stato costruito o trasformato, lettura che comporta successive modifiche, aggiunte, demolizioni e conservazioni, ricerca di nuovi materiali e "ambienti" diversi".

giocosimulazioni urbane in quanto richiede di interrogarsi sulle problematiche e le dinamiche complesse che caratterizzano i sistemi urbani. Alla terza tipologia l'autrice riferisce quella famiglia di giochi che vede in MONOPOLI³¹ il suo capostipite, nel quale i giocatori, in competizione fra loro, si disputano il territorio urbano

(Rizzi, 2006) Wells descrive quella modalità del giocare che permette al giocatore di decidere tutto anche della vita e della morte, i cosiddetti "giochi di Dio", e dedica alla costruzione delle città l'intera sezione III del libro intitolata *On the Building of Cities* (Cfr. H. G. Wells (1912), *Floor Games*, Small Maynard and company, Boston. Ed. Italiana "Giochi da pavimento", Sellerio, Palermo, 2000)

³¹ Nonostante MONOPOLI sia il gioco più famoso e venduto al mondo la sua origine e la filosofia che ne sta alla base sono poco note. Infatti, nonostante la paternità del gioco sia erroneamente riconosciuta ad un ingegnere di origine tedesca, tale Darrow, ed i suoi scopi dichiarati quelli dell'intrattenimento commerciale, la richiesta di brevetto fu depositata dall'americana Elizabeth Magie, nel 1903 ed il nome originale del gioco è The Landlord Game. L'intento dell'autrice era di dimostrare come i proprietari potessero imporre affitti iniqui uno degli aspetti più gravi tra quelli sociali ed economici generato dalla speculazione sulla proprietà terriera. Però il gioco, nonostante si diffuse largamente all'interno delle università ebbe la fortuna o la sfortuna di conoscere quella evoluzione di tipo commerciale che quasi tutto conoscono di fatto priva del suo significato originale.

1.2.3. Giochi Urbani a grande scala

Rispetto agli esempi precedenti esistono delle tendenze attuali inquadrabili in una delle tre classi proposte da Rizzi (2006) e più precisamente in quella che vede l'insieme delle azioni dei partecipanti volto alla "conquista della città". Tali esperienze, che qui definiamo «giochi urbani a grande scala» sono delle applicazioni che derivano dall'incontro tra la ricerca nel campo della progettazione sperimentale di giochi di massa e quella branca della computer science, chiamato *obiquitous computing*, che si occupa di studiare l'impatto e le potenzialità della presenza distribuita e massiccia di apparati di calcolo e comunicazione all'interno dello spazio fisico e degli oggetti d'uso comune. Esse assumono rilievo in quanto allargano i confini spaziali e temporali delle *simulazioni interattive* tradizionali.

McGonigal (2007) riconosce, in questo contesto, l'emergere di tre tendenze l'«*obiquitous computer gaming*», i «*pervasive games*» e gli «*obiquitous games*» che si differenziano in base alla finalità dichiarata e ai differenti significati attribuiti alla diffusione del gioco nella società. In particolare, l'*obiquitous computer gaming* viene introdotta con lo scopo di sviluppare la ricerca reciproca tra il mondo dei giochi digitali e quella relativa all'*obiquitous computing* per mezzo di una progressiva "colonizzazione" di oggetti, luoghi e utilizzatori da parte degli apparati utilizzati per i giochi. I *pervasive games* si distinguono per il loro obiettivo di criticare e sovvertire l'uso convenzionale degli spazi pubblici da parte della società introducendo delle «fratture tecnico-critiche» [*techno-critical ruptures*] all'interno del «cerchio magico» [*magic circle of play*] con l'uso delle nuove tecnologie. Gli *obiquitous games*³², infine, sono dei veri e propri giochi multiplayer, anche di provenienza commerciale, che hanno lo scopo di sperimentare il trasferimento delle caratteristiche di giocabilità e semplicità di interazione [*affordances*]³³ tipiche dei giochi per computer tradizionali al mondo

³² Esempi di questo tipo di gioco sono *I LOVE BEES* (2004) e *PERPLEX CITY* (2005)

³³ Questo termine è stato introdotto per la prima volta da Donald Norman (1988) nel campo della "ergonomia cognitiva" una disciplina che si occupa di studiare, in base ai processi cognitivi e

reale insieme alla ricerca di più significative modalità di interazione nella vita quotidiana. Questi giochi vengono protratti per lunghi periodi di tempo in quanto non hanno una regola particolare che vi ponga fine, coinvolgono anche decina di migliaia di persone per volta e si caratterizzano per la loro natura distribuita che facilita l'emergere di comportamenti ed esperienze inaspettate. La componente fisica e materiale rappresentata dall'ambiente di gioco, fatto dei luoghi della vita di tutti i giorni, è accoppiata all'uso di software e dispositivi di comunicazione che favoriscono la creazione di reti distribuite di giocatori. Tali reti dimostrano la capacità di coinvolgere nuovi giocatori creando delle comunità all'interno delle quali i membri, consapevolmente, cercano di stabilire dei legami più profondi tra l'attività del gioco e la vita quotidiana.

Björk (2007) chiarisce meglio aspetti terminologiche e contenuti dei *pervasive games*. L'aggettivo pervasivo ha un senso differente rispetto a quello che assume nel contesto della computer science in quanto si riferisce non solo agli aspetti tecnologici del gioco ma soprattutto a quello spazio-temporale e sociale-interazionale. Rispetto a questi aspetti un *pervasive game* può essere definito come “[...] un gioco le cui caratteristiche spaziali, temporali, sociali o comunque collegate alle interfacce risultano ambigue”. (p.277)

percettivi coinvolti, l'interazione tra le persone ed in generale tutti quegli strumenti tecnologici al fine di elaborare nuove soluzioni per il miglioramento delle interfacce. Esso si riferisce alle caratteristiche percepite e a quelle che realmente un oggetto possiede ed in primo luogo a quelle fondamentali che determinano il possibile utilizzo dell'oggetto.

Si potrebbe dire che più vi è concordanza tra le caratteristiche percepite dell'oggetto da parte dell'utilizzatore e quelle che realmente il progettista gli aveva attribuito in base allo scopo di utilizzo e più alto è il grado di *affordance* tra oggetto e utilizzatore.

Successivamente alla prima pubblicazione questo termine si è diffuso velocemente nel campo della *Human Computer Interaction* (HCI) e cioè quella branca della *computer science* che si occupa di studiare l'interazione tra esseri umani e le interfacce dei computer.

(Cfr. D. A. Norman (1988), *The psychology of everyday things*. Basic Books, New York. Traduzione italiana: *La caffettiera del masochista*. Psicopatologia degli oggetti quotidiani, Giunti Editore, Firenze, 2005. E ancora D. A. Norman (1999) "Affordances, conventions, and design", *Interactions*, 6, pp. 38-42)

Il termine non esiste sul dizionario della lingua inglese in quanto è stato coniato dallo studioso di psicologia James Gibson (1979) che lo ha derivato dal verbo *to afford* anche se il significato attribuito a tale termine da parte di Norman differisce dall'impostazione originale di Gibson che non era interessato all'interazione uomo-macchina, ma a quella tra esseri viventi ed il loro ambiente. (Cfr. J. J. Gibson (1979), *The ecological approach to visual perception*, Houghton Mifflin, Boston. Traduzione italiana: *Un approccio ecologico alla percezione visiva*, Il Mulino, Bologna, 1999)

Altri autori (Benford et al., 2007) vedono nei *pervasive games* delle esperienze di gioco estese al mondo reale riconoscibili per la sovrapposizione di tre componenti tecnologiche: la prima componente è rappresentata dall'insieme di display integrati in telefoni cellulari e computer palmari (che hanno lo scopo di rendere disponibili per i giocatori dei contenuti digitali mentre si muovono nello spazio fisico) ma anche cuffie, computer indossabili, proiezioni interattive e schermi integrati nell'ambiente che li circonda; la seconda componente è costituita dalle comunicazioni senza fili che permettono ai giocatori di collegarsi a dei server remoti per ottenere informazioni nonché con gli altri partecipanti; la terza componente è costituita dall'insieme di dispositivi muniti di sensori (per esempio GPS, macchine fotografiche, microfoni come pure sensori di tipo fisiologico) che hanno lo scopo di catturare e rendere noti posizione e contesto nei quali i giocatori si trovano. Sono riconoscibili all'interno di tali esperienze diversi filoni: alcuni cercano di trasferire dei giochi per computer adattandoli al mondo reale³⁴; altri sono fortemente focalizzati sull'interazione sociale³⁵; altri, chiamati «touring artistic games», cercano di fare interagire i giocatori che si trovano nelle vie di una città con quelli on-line immersi in una città virtuale parallela³⁶.

La schiera si allarga ulteriormente se si considerano una possibile ulteriore variante nei *pervasive games* ossia i cosiddetti «urban role-play» una sorta di trasposizione dei «live-action role-play» (LARP)³⁷.

Montola (2007) mette in evidenza come questo tipo di esperienze trascenda la classica nozione di gioco espandendo le

³⁴ Un esempio famoso è *PACMANHATTAN* (2004) nel quale l'obiettivo dichiarato è di sperimentare cosa possa accadere nel passaggio dal "piccolo mondo" di console, televisori e computer, al "grande mondo" della città. La squadra è composta da 5 giocatori che fisicamente competono usando la griglia urbana di New York come la scacchiera del videogioco PacMan.

³⁵ Un esempio emblematico è sicuramente *PIRATES!* (2000)

³⁶ Alcuni dei giochi più famosi sono *CAN YOU SEE ME NOW?* (2001) e *UNCLE ROY ALL AROUND YOU* (2003) sviluppati in collaborazione dal gruppo di artisti Blast Theory ed il laboratorio Mixed Reality dell'Università di Nottingham e con il supporto di British Telecom.

In *UNCLE ROY* i giocatori di interagiscono attraverso cellulari con altri giocatori questi possono essere fisicamente nella stessa area di quartiere o di città, oppure intervenire dal proprio computer a casa. I livelli di interscambio seguono sequenze non lineari creando scenari che dagli autori sono definiti "di teatro. L'ultima evoluzione di *UNCLE ROY* è *RIDER SPOKE* (2007) (Cfr. <http://www.blasttheory.co.uk>)

³⁷ Uno dei più famosi e recenti è *PROSOPOPEIA 1* del 2005

tradizionali limitazioni di spazio e di tempo. Secondo l'autore, inoltre, proiettare un LARP in un ambiente urbano reale permette di ridefinire l'ambiente stesso ponendo questioni relative ai codici e alle convenzioni sociali che sottendono architettura e spazio pubblico oltre a sperimentare nuovi tipi di interazione sociale. Lo spazio urbano diventa così uno spazio di interazione aperto all'esplorazione nel quale i partecipanti anziché inscenare delle finte battaglie, possono esplorare delle fabbriche in rovina, ospedali abbandonati o gallerie sotterranee. È proprio questa possibilità che rende consapevoli i partecipanti di essere al di fuori di quel *cerchio magico* che normalmente li protegge. I LARP urbani diventano spesso un mezzo per riappropriarsi dello spazio urbano nei confronti degli usi tradizionali dello spazio pubblico in quanto danno la possibilità di vedere con occhi diversi la propria città e di capire meglio come la qualità degli spazi di influisce nelle loro relazioni con le altre persone.

Sembra emergere dunque una progressiva trasformazione delle concezioni tradizionali sia di spazio che di gioco. Lo spazio urbano si trasforma nella "scacchiera" su cui giocare ed interagire come una sorta di laboratorio in scala reale. In tale spazio allargato e non simulato l'interazione tra gli attori viene mediata e potenziata da un'ampia gamma di tecnologie della comunicazione quali telefoni cellulari, computer palmari, computer portatili, radio ma anche banali telefoni a gettone dislocati nei diversi punti dello spazio urbano.

Questo incremento di connettività insieme alla dimensione dell'avventura permette di esperire modalità interattive estremamente dinamiche trasformando la città in uno spazio in cui perdersi ed incontrarsi.

1.3 NUOVE PROSPETTIVE PER LA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA: TEORIE E MODELLI DELLA SCIENZA DELLE RETI COMPLESSE

Il quadro descritto finora ha portato a chiarire la natura e le potenzialità espresse della *Gioco/Simulazione* insieme ai **limiti e le motivazioni dell'attuale stato di difficoltà della disciplina** quando si tratta di valutarne modalità di applicazione ed efficacia nel campo della Pianificazione Urbana. Utilizzare le *giocosimulazioni urbane* solo come strumento di addestramento o di ricerca significa limitarne lo spettro di azione in quanto non viene correttamente valutata la sua potenzialità come "linguaggio naturale" per l'interazione all'interno di percorsi interpretativi delle problematiche urbane. La *Gioco/Simulazione* dunque è uno strumento di comunicazione.

Di sicuro dalla prima conferenza della *International Simulation And Gaming Association* (ISAGA) del 1970 molto è cambiato. Infatti, allora una parte consistente dei membri di ISAGA si occupava di problemi legati all'urbanistica, ambiente e sociologia. Questa tendenza verso la fine degli anni '80 si è molto modificata ed i settori dell'educazione e dell'apprendimento accanto alla formazione sono diventati trainanti. Questo ritorno alle origini può essere interpretato come un colpo di spugna rispetto alle evidenti difficoltà e perplessità che la *Gioco/Simulazione Urbana* mostrava è resa ancora più chiara dallo scarso numero di pubblicazioni relative sia sulla rivista scientifica *Simulation&Gaming* sia in forma di saggi o contributi contenuti in raccolte collettive.

Nel punto 1.1.6 è stato messo in evidenza come la *Gioco/Simulazione* presenta ancora oggi alcune criticità che rendono difficile delinearne correttamente i connotati per la mancanza di un quadro concettuale comunemente accettato. Già dagli albori la *Gioco/Simulazione* urbana appariva come "[...] una teoria poco sviluppata, mal definita se non addirittura inesistente" (Taylor, 1971; p.74). Secondo Klabbers (2006), nonostante alcuni sforzi notevoli nel tentare di riunificare concetti e metodi, permane

l'idea che manchi "[...] una robusta metodologia che rafforzi i metodi della *Gioco/Simulazione* intesa soprattutto come modo di pensare prima ancora che metodo o tecnica". (p.X).

La *Gioco/Simulazione*, pur non essendo una disciplina di tipo "accademico", sembra soffrire le stesse limitazioni proprie della struttura della ricerca scientifica tradizionale. Essa mostra una immagine frammentata che ne rende difficile la trattazione in termini teorici. Ma se questa può sembrare una limitazione, la diversità degli approcci, opportunamente affrontata può consentire di costruire ponti tra prospettive particolari, necessarie e difficili.

Nel punto 1.2.1 sono state descritte e discusse **le ragioni pratiche che hanno dato origine alla crisi della *Gioco/Simulazione Urbana*** a partire dagli anni '80. Fin dalle prime esperienze i Giochi di Simulazione Urbana venivano considerati strumenti di pianificazione alla stregua dei piani elaborati da esperti e dunque dei validi strumenti di governo. Tale convinzione era così radicata da pensare che anche i conflitti di tipo territoriale, opportunamente modellizzati e simulati, si sarebbero potuti trattare con delle *giocosimulazioni* anche grazie alla sempre maggiore disponibilità di potenza elaborativa fornita dai computers. Di fronte alla reale consistenza di conflitti di tipo sociale accompagnati da problemi di stagnazione economica si misurò la sostanziale inefficacia delle giocosimulazioni urbane fino ad allora impiegate tanto da convincere le amministrazioni pubbliche a sospenderne l'utilizzo.

Gli **indizi di vitalità** per la *Gioco/Simulazione Urbana* provengono dalla mutazione del quadro generale di riferimento della pianificazione urbana: di fronte agli epocali cambiamenti a livello globale che si traducono nella crescita delle aree urbane cambia anche la prospettiva di osservazione dei fenomeni e si inizia a comprendere l'utilità di affiancare modelli quantitativi e qualitativi. È in atto una riflessione sul ruolo del planner e delle sue capacità, e si osserva l'irrompere della dimensione della partecipazione superando i limiti che hanno caratterizzato le esperienze passate. Tali segnali hanno però bisogno di alcune condizioni particolari e

profonde quale la necessità di fertilizzazione trasversale tra discipline diverse per poter essere amplificati.

Klabbers (2006) mette in risalto come interagire all'interno di una giocosimulazione rappresenta un evento di totale coinvolgimento in un mondo temporaneo, provvisorio ed integrato e che perciò è molto difficile costruirne una teoria in termini scientifici. Il suo lavoro svela un quadro di riferimento che aiuta a cogliere l'interazione tra forme e contenuti della *Gioco/Simulazione* a partire da una prospettiva di convergenza dei domini delle singole discipline e teorie mettendo in evidenza quei «concetti chiave» rilevanti (Emergenza, Attrattori, Sistemi aperti, Chiusura operativa, co-evoluzione, coordinazione) che permettono di individuare «reti collettive» (*collective networks*) e nella loro «durabilità» il veicolo di innovazione all'interno di sistemi adattivi complessi. Nonostante mancano riferimenti espliciti ai modelli più sofisticati attualmente a disposizione che spiegano la struttura e il comportamento delle reti sociali.

Dunque si apre la prospettiva di integrare nella teoria e nei modelli della *Gioco/Simulazione* gli esiti provenienti dall'evoluzione dello studio dei grafi complessi che ha permesso di strutturare negli ultimi anni quella scienza trasversale definibile più propriamente come «scienza delle reti complesse» o «nuova scienza delle reti».

1.3.1 Una teoria sulla *Gioco/Simulazione*

L'unica questione da sempre condivisa sulla *Gioco/Simulazione* è stata la consapevolezza della sua efficacia pur crescendo col passare del tempo la necessità di costruirsi un quadro comprensibile della materia. Rispetto al quadro frammentato che emerge dall'analisi fatta sulla letteratura appaiono evidenti tre elementi: la mancanza di uno sfondo teorico ed epistemologico condiviso, che può essere considerato una causa maggiore della progressiva perdita di importanza della *Gioco/Simulazione* in ambiti fortemente complessi e che può essere sicuramente posto sullo

sfondo dello scarso utilizzo delle *giocosimulazioni urbane*³⁸; la tensione speculativa quasi sempre rivolta alla produzione di manualistica e di griglie metodologiche per la progettazione degli artefatti; la disponibilità solo dalla fine del XX° secolo e con l'inizio del XXI° di un insieme di teorie scientifiche convergenti che permettono di costruire un quadro non solo convincente ma anche coerente ed accettabile all'interno dei diversi campi del sapere.

Questioni teoriche e pratiche

Duke (1974, 2006 ed. *it.*) in modo molto chiaro, mette in guardia sul fatto che la mancanza di una visione coerente rispetto alla natura e alle premesse teoriche della *Gioco/Simulazione* crea diversi ordini di problemi. Innanzitutto il potenziale fruitore non è in grado di valutare la bontà dell'approccio: mancando delle regole precise di catalogazione e di produzione degli artefatti si genera una confusione che rende vana sia la teorizzazione e sviluppo di descrittori significativi che qualsiasi tipo di valutazione comparata. In secondo luogo chi si occupa di progettare i giochi di simulazione non avendo uno sfondo teorico solido e condiviso è incoraggiato a «procedere a tentoni». In terzo luogo, coloro che si devono confrontare con la *Gioco/Simulazione* non hanno indicatori validi e riconosciuti per poter prendere delle decisioni che non siano solo affidate alla propria esperienza pregressa o quella degli altri³⁹. Duke

³⁸ Come messo in evidenza nel punto 1.2.1, le *giocosimulazioni urbane* si caratterizzavano soprattutto negli anni '60 e '70 per essere principalmente degli strumenti di addestramento per pianificatori e amministratori, strumenti di apprendimento per studenti, e strumenti di ricerca per scienziati. Dalla metà degli anni '70 fino agli '80 con l'avvento dei computer e con la integrazione di modelli urbani a grande scala di tipo deterministico si era maturata la fiducia che potessero essere anche degli utili strumenti di analisi, previsione e definizione di politiche per pianificazione urbanistica e la progettazione. La crescente complessità dei sistemi urbani regolati da un numero di variabili enormemente superiori al passato e il più delle volte sconosciute o non prevedibili e pertanto difficilmente descrivibili o controllabili mediante semplici o singoli algoritmi matematici, sembra però essere affrontabile facendo uso di apposite *giocosimulazioni*. E così fu all'inizio finché la disponibilità di capacità elaborativa più diffusa e a buon mercato diede la possibilità di integrare modelli urbani a grande scala. Tali modelli erano caratterizzati da un alto grado di rigidità che insieme al bisogno di un numero elevato di dati, pervicacia nelle proprie idee errate, progettazione complessa, costi alti di realizzazione, eccessiva generalità, grossolanità e meccanicità ne decretarono il declino e successivo abbandono (Lee, 1973). Tale declino ebbe pesanti riflessi anche sul futuro sviluppo ed utilizzo delle *giocosimulazioni urbane* che già dagli inizi degli anni '80 vennero progressivamente abbandonate.

³⁹ A tale proposito Duke (2006) riporta un aneddoto molto significativo: "uno dei maggiori paesi europei, alla fine di una sperimentazione di 18 mesi sull'uso della *gaming* in un contesto di applicazione di politiche, organizzò una conferenza per valutarne i risultati. Dopo alcuni giorni di discussione, risultò evidente che l'esperimento aveva avuto un discreto successo e che i giochi risultarono utili per alcuni obiettivi di politiche pubbliche. Sforzandosi di trovare una spiegazione di

propone una prospettiva unitaria della *Gioco/Simulazione* come «forma di comunicazione». In particolare si spinge in una analisi della comunicazione distinguendo tre componenti e altrettante modalità di comunicazione come sintetizzato in tabella 1.3.1_1

MODALITÀ COMPONENTI	PRIMITIVA	AVANZATA	INTEGRATA	
			MULTI-MEDIALE	LINGUAGGIO PER IL FUTURO
LINGUAGGIO	Pochi simboli Convenzioni semplici	Molti simboli Convenzioni complesse	Serie multipla di simboli Convenzioni parallele complesse	Serie multipla di simboli Alcuni creati ex-novo Convenzioni parallele complesse dettate dalle condizioni
SCHEMI DI INTERAZIONE	Senso unico Doppio senso	Senso unico Doppio senso Dialogo multiplo	Senso unico Doppio senso Dialogo multiplo	Senso unico Doppio senso Dialogo multiplo Multi-loquio
TECNOLOGIA DELLA COMUNICAZIONE	Poca Semplice	Molta Complessa	Combinazioni sofisticate	Combinazioni sofisticate interattiva

Tabella 1.3.1_1 - Componenti e modalità della comunicazione (tratto da Duke, 2006; p.61)

Le componenti sono tre: il «linguaggio», inteso come un insieme di simboli organizzati; lo «schema di interazione» tra gli interlocutori, che assume progressivamente configurazioni più sofisticate con l'aumentare del numero degli interlocutori; la «tecnologia di comunicazione», intesa come combinazione delle modalità naturali e di quelle mediate. Nel suo quadro teorico individua quattro modelli di comunicazione, riconosce nel «multi-loquio» il modello di comunicazione utilizzato all'interno della *Gioco/Simulazione*; utilizza dei grafi per rappresentare tali modelli.

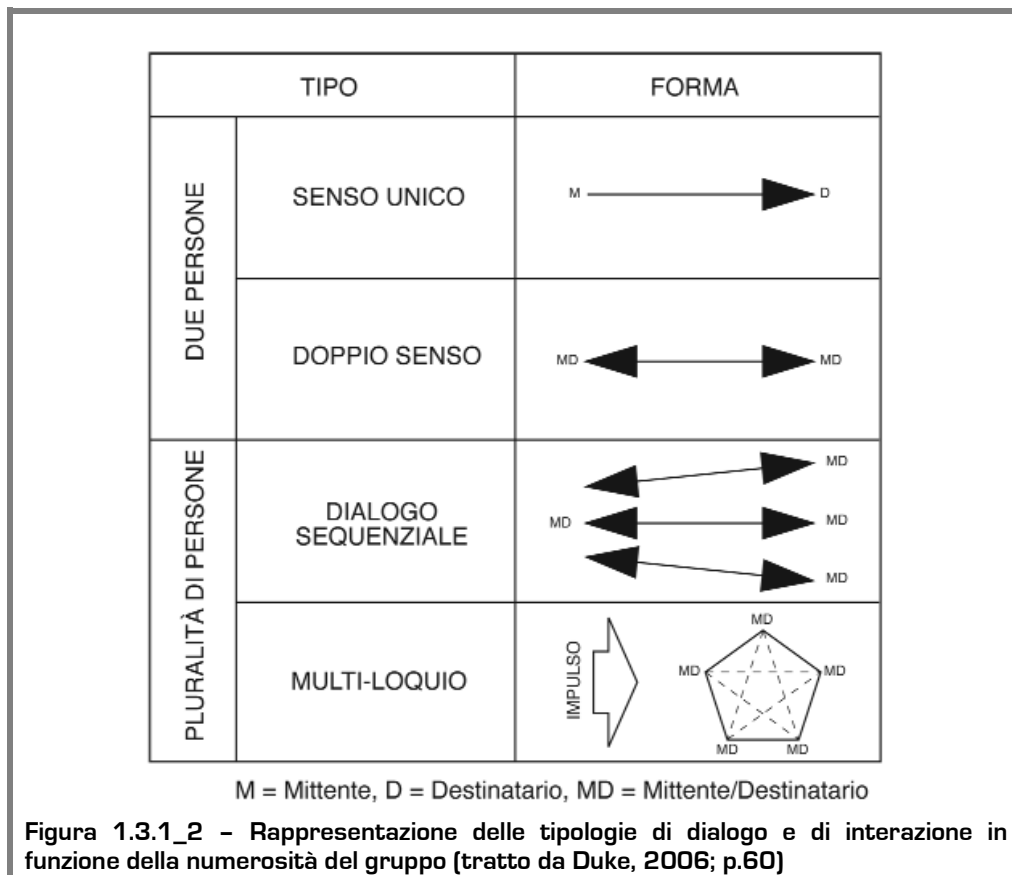
Il *multiloquio* è definito come un "dialogo plurimo e simultaneo" che

"[...] implica un gruppo concentrato di su un singolo obiettivo di comunicazione che definiamo IMPULSO [*pulse*]; la finalità è perseguita simultaneamente attraverso il dialogo tra interlocutori casuali e ciascun intervento costituisce una prospettiva diversa rispetto al problema trattato. [...] il multi-loquio si presenta naturalmente in situazione di gruppi ristretti. Di solito è deliberatamente

questo successo, i valutatori chiesero ad un gruppo di esperti internazionali di definire la vera natura della *gaming*. Insoddisfatto del responso, un importante valutatore del Governo alzò le mani e esasperato disse: "Funziona! Ed è tutto quello che sappiamo!". (p.37)

studiato in alternativa alla lezione in occasione di conferenze formali (in seguito alla presentazione, i partecipanti sono suddivisi in piccoli gruppi di "discussione", generalmente da cinque a sette persone e successivamente ritornano alla originaria formula della conferenza). Il multi-loquio costituisce lo schema primario della *gaming simulation*. Questo schema, opportunamente integrato con le altre tecniche, è il fondamento della capacità del gioco di rivelare la *gestalt*⁴⁰ (p. 61)

Duke costruisce una teoria della modalità di interazione comunicativa all'interno della *Gioco/Simulazione* riconoscendone la struttura di tipo reticolare e una forma di rappresentazione che fa uso dei grafi.



⁴⁰ con questo termine Duke intende una modalità di comunicazione in una prospettiva di tipo olistico che dovrebbe permettere di affrontare la complessità. Secondo l'autore " per la mancanza di una modalità di comunicazione gestaltica (Gestalt communication) [...] La gestione da parte della società di questa complessità è avvenuta attraverso quattro modi convergenti: le false dicotomie, l'elitarismo professionale, la crescente dipendenza dalla tecnologia, il gigantismo". (p.45)

Questa base concettuale permette di operare un

“[...] personale processo di scrematura del senso di una idea complessa in uno schema organizzato e gestibile – una forma trasmissibile – costituisce una «mappa concettuale» [conceptual map]. Questa è intesa come la comprensione intrinseca, organizzata, sintetica e gestaltica di una realtà complessa che l'autore sceglie di trasmettere e discutere. In un certo senso è un modello, analogo alla realtà che interessa. Questa mappa concettuale può essere o non essere vincolata ad un documento scritto convenzionale”. (p. 71)

Il limite fondamentale che può essere individuato in questo sforzo teorico è la sua contraddizione interna rappresentata dalla sua visione olistica e non sistemica. Duke, con le sue parole, mostra di avere la consapevolezza del fatto che i grandi centri urbani si configurano come

“[...] multi- sistemi entro multi-sistemi, possibilità su possibilità di molteplici possibili futuri [che] si mostrano in una condizione incomprensibile [...] e articolati come un enorme e poliedrica sfera di complessità, che non può, ma deve, essere governata. La gestione di un simile ambiente richiede una prospettiva olistica che non può essere ottenuta attraverso forme di comunicazione sequenziali e tradizionali.” (p.45)

Law-Yone (2005) parte dalla constatazione dell'esistenza di un “legame alchemico” tra i termini «gioco» - nelle due varianti inglesi *game* e *play*⁴¹ - e «simulazione» (*simulation*) mettendo in evidenza una sostanziale reiterata mancanza di spiegazioni teoriche circa la correlazione tra i due ma anche la scarsa chiarezza sul fatto “[...] se il segno linguistico tra due parole dovrebbe essere più propriamente un trattino d'unione, una barra obliqua o la & commerciale, o se c'è

⁴¹ A tal proposito è interessante osservare come Law-Yone (2005) consideri “sfortunata” la distinzione nella lingua inglese del termine gioco nelle due accezioni *game* e *play* in quanto al secondo termine può essere dato anche il significato di “...comportamento frivolo, non chiaro ed informale”. Nella letteratura italiana così pure nelle traduzioni dei testi originali in lingua inglese viene invece messa parecchia enfasi sulla difficoltà a comprendere in profondità la Gaming/Simulation proprio perché i termini *game* e *play* hanno solo una corrispondenza nella parola gioco. Probabilmente, Law-Yone si sentirebbe ancora più frustrato se considerasse che quelli da lui indicati più tutta un'altra serie in italiano possono essere espressi con una singola parola.

veramente una giustificazione teorica per scrivere i due termini separati". (op. cit.; p.1)

Egli fa un passo in avanti stabilendo che "...i giochi possono essere simulazioni (per esempio con conseguenze nella vita reale) e le simulazioni possono essere eseguite come giochi (*played as games*)". Inoltre, riconoscendo una più stretta correlazione tra i termini, mette in guardia sul fatto che questo non può essere sufficiente a spiegare la logica della *Gioco/Simulazione* in quanto non viene considerata l'aspetto comportamentale del gioco (*play*). Anzi, mette in evidenza proprio il fatto che è da questo aspetto che si dovrebbe partire per rifondare il discorso teorico pur riconoscendo che non esiste ancora neppure una accezione terminologica condivisa sul termine *play*. Più che costruire un quadro teorico propone delle possibili linee guida per il suo sviluppo:

"se vogliamo costruire una solida base teorica per la Gioco/Simulazione, dobbiamo andare al di là dei trucchi formali, metodologici e tecnici del mestiere. Dobbiamo rifocalizzarci sulle elusive qualità del comportamento all'interno dei giochi (play) per una risposta alla perenne ricerca di significati e conoscenza nell'azione. Se la natura di tale comportamento non si rivela differente, più ricca, più significativa all'interno delle giocosimulazioni rispetto ad altre forme sociali di gioco, allora la ricerca di una teoria può rivelarsi futile. D'altro canto, è ragionevolmente possibile che una rinnovata e vigorosa ricerca relativa al comportamento all'interno del gioco fornirà significative intuizioni che miglioreranno il rendimento della tecnica ma anche ripercuotersi sulla nostra comprensione delle situazioni del mondo reale nel quale essa viene applicata"
(op. cit; p.5)

Klabbers (2006), a distanza di oltre trent'anni dalla prima uscita del lavoro di Duke, prima citato, elabora e propone una teoria generale esplorando quei specifici domini di conoscenza all'interno dei quali i diversi campi convergono⁴², affinché tale diversità possa

⁴² In sintesi si può affermare che il quadro teorico di Klabbers poggia su due pilastri fondamentali: l'insieme delle teorie ed i principi condivisi all'interno delle scienze sociali quali la volontarietà (Parsons&Shils, 1951), autopoiesi (Maturana & Varela, 1980), strutturazione (Giddens, 1976), teoria dei sistemi di secondo ordine (von Foerster, 1984), costruttivismo (Dewey, 1960; Piaget, 1980; Kuhn, 1962; von Foerster, 1973; von Glaserfeld, 1991); altri strumenti concettuali sofisticati che sono tipici delle scienze biologiche entrate a far parte del linguaggio comune delle

essere trattata come una ricchezza e non come un ostacolo alla formulazione di una teoria unificante e con un taglio interdisciplinare. Il suo approccio fornisce una dettagliata comprensione dei problemi comuni così come pure mette in risalto le limitazioni interpretative tipiche delle aree di ricerca specialistiche. La rilettura e sistematizzazione fatte sulle teorie scientifiche che trasversalmente si occupano del dominio operativo della *Gioco/Simulazione* (scienze matematiche e fisiche, scienze sociali e scienze dell'organizzazione) fa emergere la *Gioco/Simulazione* come disciplina trasversale che "[...] offre adeguati strumenti per lo studio dei sistemi sociali" (p.82); dal punto di vista dei «sistemi adattivi complessi», come una interrelazione tra «attori», «regole» e «risorse» strutturata ricorsivamente, ossia ripete se stessa a diverse scale di gerarchia ed è sempre simile a se stessa alle diverse scale di aggregazione; ed infine come operante all'interno di situazioni di «complessità organizzativa».

Già nel punto 1.1.5 ragionando sulla gioco/simulazione, intesa come linguaggio naturale per l'interazione e innovazione all'interno di sistemi sociali debolmente strutturati, era stata messa in evidenza come ogni qual volta che degli attori vengono coinvolti all'interno di una simulazione essi contribuiscono a modellare il mondo reale attraverso il gioco in quanto esso stesso rappresenta una simulazione del mondo reale.

Questa dinamica che può rivelarsi intuitiva viene riportata da Klabbers all'interno di un quadro teorico complesso e trasversale che può essere sintetizzato attraverso delle posizioni fortemente strutturate che tendono soprattutto a chiarire natura e proprietà dell'oggetto/fenomeno - la *Gioco/Simulazione* - ed il soggetto che viene chiamato ad interagire con l'oggetto/fenomeno: gruppi fortemente o debolmente strutturati di attori costituiti in sistemi sociali. È possibile sintetizzarne la posizione nei seguenti dieci punti:

scienze sociali (autorganizzazione, complessità, sistemi adattivi complessi, co-evoluzione) insieme ad altri tipici della teoria del caos (turbolenza, catastrofe, instabilità, non linearità, caos).

1) I giochi di simulazione sono «sistemi sociali» e «modelli di sistemi sociali»: gli attori all'interno di un sistema sociale costituiscono sistemi di interazione e agiscono su delle risorse attraverso delle regole. La conferma reciproca dei ruoli e la condivisione delle regole produce e struttura il sistema sociale.

2) I sistemi sociali sono «sistemi adattivi complessi»: I sistemi sociali sono «sistemi adattivi complessi» in quanto: a) sono costituiti da una moltitudine di individui che interagiscono tra loro generando, come risultato, un comportamento collettivo alla scala globale che non può essere inferito semplicemente dalla comprensione del comportamento del singolo componente del sistema; sono in grado di adattarsi e cambiare in seguito all'esperienza, attraverso l'interazione tra gli stessi individui e l'ambiente di riferimento (*co-evoluzione*) senza un controllo di tipo centrale capace di condizionare l'intero sistema, ma in base alla interazione reciproca tra i componenti del sistema (*auto-organizzazione*). L'effetto combinato dell'interazione reciproca, della *auto-organizzazione* e della *co-evoluzione* fa sì che nuove qualità del sistema prima non esistenti, non siano prevedibili e linearmente ricongiungibili alle qualità già possedute dal sistema (*emergenza*).

3) I «sistemi adattivi complessi» sono caratterizzati dal fenomeno dell'«emergenza»: un comportamento o una proprietà vengono definite «emergenti» quando derivano dall'attività organizzata di un gruppo di attori che interagendo con l'ambiente di riferimento danno luogo a comportamenti o proprietà del sistema prima non prevedibili e con un grado di complessità superiore a quelle precedenti. Le proprietà emergenti si riflettono a loro volta sui singoli componenti attivando fenomeni di retroazione per cui anche il singolo acquisisce delle qualità che stando isolato non avrebbe mai avuto (Sawyer, 2005).

Questi processi di retroazione possono essere positivi e allora il tutto risulta essere più della somma delle parti, ma la retroazione può essere anche negativa (Maruyama, 1963).

Rispetto a questa seconda evenienza Klabbers, parafrasando Morin (1999), evidenzia come “[...] il tutto produce delle qualità sconosciute alle parti se fossero isolate, chiamate emergenze, e allo stesso tempo instaura delle costrizioni che possono soffocare le qualità del singolo [...] Dunque, il tutto non necessariamente è superiore alle sue parti”.

L'emergenza è una proprietà di base di un'organizzazione ed è definita attraverso la co-evoluzione all'interno di un sistema sociale in combinazione con il suo adattamento all'ambiente. Ogni attore evolve in parziale dipendenza degli altri.

4) nei «sistemi adattivi complessi» gli attori co-evolvono tra di loro e l'ambiente esterno: i sistemi sociali complessi evolvono attraverso l'agire degli attori su una base informativa locale mostrando la tendenza a cambiare le regole secondo vari gradi di autoreferenzialità e intelligenza. Attraverso le relazioni gli attori producono e riproducono il sistema sociale modellando i sistemi di interazione e di riflesso l'organizzazione sociale stessa. Questo mutare delle interazioni, regole e risorse non solo trasforma il sistema, ma permette di produrne uno totalmente nuovo.

L'esistenza del concetto di co-evoluzione richiede di distinguere tra ambiente interno e l'ambiente esterno e questo a sua volta evidenzia la posizione dell'osservatore esterno e la posizione dell'attore all'interno. Non solo. Questa distinzione rende chiaramente percepibile che: esiste una interfaccia tra ambiente interno ed ambiente esterno nella quale avvengono gli scambi tra i due ambienti. Questa interfaccia permette di collocare il punto di osservazione dal quale provare ad interpretare i sistemi adattivi complessi nei quali gli attori/agenti non possiedono mai un perfetto modello del proprio ambiente, perché esso dipende da altri attori/agenti ed è in continuo cambiamento.

Gli attori/agenti, in condizioni di conoscenze e risorse limitate, possono acquisire delle informazioni circa lo stato dell'ambiente solo interagendovi e co-evolvendo reciprocamente.

Il concetto di co-evoluzione è anche legato a quello di sinergia che può essere utilizzato come indicatore della salute del sistema. Attraverso l'incremento della sinergia il comportamento del sistema può migliorare le capacità dei singoli attori/agenti. Attraverso il decremento della sinergia il sistema può collassare cessando di essere adattivo o addirittura di esistere.

5) i «sistemi adattivi complessi» sono aperti termodinamicamente e chiusi dal punto di vista operativo: per la loro capacità di scambiare informazioni ed energia tra interno ed esterno tali sistemi sono considerabili dei sistemi «aperti» dal punto di vista termodinamico. Allo stesso tempo sono considerabili «chiusi» dal punto operativo nel senso che, pur scambiando a livello di *interfaccia* energia ed informazioni, mantengono al loro interno un alto grado di invarianza che gli permette di riprodurre la loro organizzazione rimanendo stabili. Attraverso questa *interfaccia* è possibile notare due forme di relazioni che fluiscono dall'interno verso l'esterno e viceversa: relazioni di tipo unidirezionali e relazioni di tipo circolare. In particolare queste ultime tendono a connettere fortemente l'ambiente interno con il suo ambiente esterno creando un nuovo sistema ad un più alto livello di aggregazione.

Dal punto di vista sociologico tale tipo di chiusura è una caratteristica fondamentale che permette all'ambiente interno di mantenere una certa forma di identità e stabilità anche di fronte a forti sollecitazioni provenienti dall'ambiente esterno. Dunque non si può pensare ad un sistema sociale disaccoppiato dal suo ambiente.

Altri concetti vengono fatti confluire al fine di chiarire meglio il concetto di chiusura. Secondo Joslyn (2000) in termini di chiusura e volume di informazioni scambiate possono essere distinte due classi estreme di sistemi: totalmente chiusi e totalmente aperti. I sistemi complessi reali si situano tra questi due estremi e possono essere distinti quattro tipi di chiusura: sistemi di controllo (chiusura semiotica); sistemi autoreferenziali; sistemi auto-organizzanti; sistemi auto-riproducenti (Autopoiesi).

Se spostiamo il discorso considerando le qualità dei singoli costituenti e delle relazioni reciproche stiamo considerando il sistema dal punto di vista organizzativo.

6) I «sistemi adattivi complessi» innovano e producono conoscenza oscillando tra organizzazione e disorganizzazione: considerare il processo di innovazione come un processo di produzione di nuova conoscenza mette in evidenza all'interno delle organizzazioni complesse un altro legame antitetico tra organizzazione e apprendimento. In particolare il processo di apprendimento porta con se una tendenza a disorganizzare e ad aumentare la varietà di approcci. Al contrario, organizzare porta con se una tendenza a dimenticare e a ridurre le differenze. [Weick, Westley, 1996]

Tale nozione implica che attraverso l'apprendimento organizzativo, le singole parti, le loro interrelazioni, il tutto, nonché proprietà emergenti tenderanno a mutare. Organizzare implica introdurre un particolare insieme di vincoli e regole.

7) I «sistemi adattivi complessi» hanno problemi ad innovare se non presentano un comportamento dialogico: le organizzazioni complesse si misurano anche con quel principio definito da Morin (1999) «dialogico» per il quale nel processo di costruzione della conoscenza è possibile associare due termini complementari e insieme antagonisti. In base a tale principio, tutte le organizzazioni complesse, mentre eseguono delle attività volte a favorire l'innovazione, trovano il giusto equilibrio tra una serie di forze e tensioni secondo la sequenza in figura 1.3.1_3:

	Per innovare è necessario	avere	un comportamento dialogico
1	Concettualizzare i prodotti per consentire l'integrazione dei bisogni reali del mercato con il potenziale tecnologico	→	Bilanciando le tensioni fra ambiente interno ed ambiente esterno
2	Organizzare i processi in modo da favorire il problem-solving creativo	→	mantenere i vecchi schemi o seguire nuove idee e soluzioni
3	Monitorare i processi	→	tra le previsioni di tipo deterministico e le proprietà emergenti
4	Sviluppare l'impegno verso lo sforzo dell'innovazione	→	tra concedere libertà ed affermare il senso di responsabilità

Tabella 1.3.1_3 - Requisiti e modalità operative necessarie a promuovere l'innovazione secondo Dougherty (1996)

8) I «sistemi adattivi complessi» mostrano degli schemi ricorrenti di comportamento («attrattori»): gli attrattori sono degli schemi di comportamento verso i quali il sistema sociale tende ricorsivamente e possono limitare la varietà delle emergenze.

Klabbers sintetizza la letteratura scientifica in materia, peraltro sterminata, nella posizione di Gharajedaghi (1999) che mette in relazioni i quattro tipi di attrattori standard con il comportamento sociale, determinando la natura degli schemi comportamentali ricorrenti: punto fisso (attrae o respinge da una determinata attività o obiettivo); ciclo limite (induce l'oscillazione tra due o più attività); toro limite (rappresenta una determinata forma di complessità organizzativa che tende a ripetersi); attrattore strano (induce schemi complessi ed imprevedibili nel tempo e corrisponde ad una situazione di auto-organizzazione). Inoltre, sottolinea che, anche se il concetto di attrattore, deriva direttamente dalla teoria del caos e rappresenta un importante indicatore qualitativo relativo al sistema sociale, non si può affermare che si possa applicare la teoria matematica del caos ai sistemi sociali. Infatti, come noto, mentre il comportamento generale del sistema può essere prevedibile a breve termine e alla scala globale questo non è vero alla micro scala e per ampie finestre temporali.

9) I «sistemi adattivi complessi» si strutturano come «reti collettive» per affrontare la «complessità organizzata»: gli attori immersi all'interno di un «sistema adattivo complesso» (Holland, 1996) mostrano un comportamento individuale che può essere messo in relazione con quello degli altri. Weick (1979) ha introdotto il termine di «interdipendenza» per descrivere la connessione tra tali comportamenti individuali e di «doppia interazione» per descrivere una sequenza ciclica nella quale un'azione di un attore individuale A evoca uno specifico responso da un attore B che a sua volta evoca una risposta dall'attore A. Una sequenza continua di interazione di questo tipo favorisce l'interdipendenza dei comportamenti stabilendo una dinamica stabile. Se più di due persone, o attori individuali, vengono coinvolti nella mutua costruzione e mantenimento di queste doppie interazioni, emergono delle strutture collettive che sfuggono rapidamente alla nostra comprensione. L'aspetto interessante è che le persone sono incluse parzialmente all'interno di diverse reti collettive per cui dividono il loro impegno a stabilire e mantenere queste doppie interazioni.

Tali reti collettive non si formano immediatamente ma si può immaginare una sorta di processo di convergenza delle persone su idee o ideali condivisi che successivamente porta all'attivazione e il mantenimento delle doppie interazioni che a loro volta creano interdipendenza (Allport, 1962). Una volta costituite queste reti collettive col passare del tempo tendono a modellarsi e ristrutturarsi al loro interno attraverso la combinazione delle varie doppie interazioni in un «ciclo morfogenetico» (Archer, 1995). Il modificarsi della struttura segue l'andamento dettato dalla presenza di «attrattori strutturali» concettualmente analoghi a quelli visti precedentemente.

Klabbers, rispetto a questa dinamiche fa notare un aspetto fondamentale legato alla «durabilità delle reti».

Questo specifico aspetto trova opportuna rispondenza nel concetto di «resilienza» inteso come capacità di un sistema di affrontare le sollecitazioni dall'ambiente esterno assorbendone gli

effetti e traendone benefici e senza subire mutamenti qualitativi nella struttura (van der Leeuw e Aschan-Leygonie, 2000).

10) Le «reti collettive» con le quali si strutturano i «sistemi adattivi complessi» sono costituite da «attori riflessivi»: gli attori sono costituiti socialmente (Giddens, 1976, 1984, 1993). Attraverso il condizionamento strutturale, le persone appartengono a delle reti collettive per loro spontanea scelta, ma appartengono anche a di gruppi predeterminati dalla società.

Una volta che le reti collettive sono formate ed il processo morfogenetico è in atto gli attori hanno a disposizione sia il loro sapere esplicito che quello tacito che decidono di mettere in comune attraverso dei processi riflessivi e concatenazioni che non è possibile predeterminare.

Combinando tale quadro di riferimento con la teoria semiotica del gioco (Marshhev & Popov, 1983), Klabbers costruisce un quadro generale che permette sia di disegnare che di valutare una giocosimulazione secondo una metafora linguistica.

Ogni giocosimulazione così viene assimilata ad un linguaggio avente la sua particolare *sintassi, semantica e pragmatica*.

La sintassi, definisce il sistema formale o in termini linguistici la disposizione grammaticale del gioco.

La semantica descrive il modo con cui un gioco concorda con la nostra capacità di interpretazione, con i nostri schemi concettuali. La pragmatica comprende le attività di progettazione, preparazione, conduzione e valutazione di una sessione di gioco. Include sia il macro-ciclo che il micro-ciclo. Durante la preparazione, il facilitatore assegna gli attori ai loro ruoli; prepara i materiali, le strutture (stanze, tavoli, sedie, proiettori...) e gli equipaggiamenti. La conduzione della giocosimulazione inizia con il fornire le istruzioni ai giocatori (briefing) e procedere il attraverso la facilitazione verso la fase finale del *debriefing* e della valutazione del gioco. Combinando questi tre aspetti alla struttura generica presentata precedentemente (attori, regole e risorse) è possibile ottenere uno schema di architettura generale che si presta facilmente ad essere compreso, analizzato e utilizzato nei diversi contesti.

SINTASSI	
<p>Attori Numero di attori: attori individuali e aggregati (squadre) Numero di posizioni che gli attori possono assumere</p> <p><i>Avatar</i> che connettono gli attori al mondo virtuale (in caso di giochi computerizzati)</p>	<p>Partecipanti del sistema sociale. Il numero di persone che partecipano al gioco. Attori che sono capaci di condurre attività. Possono essere individuali o squadre</p> <p>Le dinamiche che accoppiano attori e <i>avatar</i> nei giochi computerizzati</p>
<p>Regole Set di controllo del gioco</p> <p>Funzioni di valutazione</p>	<p>Questo sottoinsieme di regole definisce i controlli permessi, regole di comunicazione e le possibili mosse con i pezzi; i cambiamenti di ruolo degli attori durante il passare del tempo, e possibilmente in caso di videogiochi, un algoritmo per le mosse giuste</p> <p>Le regole descrivono le posizioni iniziali all'interno del gioco a seconda del tipo di gioco, possono essere definite posizioni intermedie e finali includendo le regole per finire il gioco</p>
<p>Risorse Spazio del gioco</p> <p>Set di posizioni di gioco</p> <p>Set di pezzi con i quali giocare</p>	<p>Insieme delle condizioni per la allocazione delle risorse. La disposizione dell'insieme dei pezzi (posizioni nel quadro) a un certo momento nel tempo definisce la posizione nello schema o <i>stato spaziale</i> del gioco. L'insieme di tutti gli stati spaziali teoricamente disponibili definisce lo spazio del gioco</p> <p>Lo spazio del gioco simboleggia la realtà o un mondo immaginario (sistema di riferimento): lo spazio fisico e l'infrastruttura.</p> <p><i>Il modo con cui i pezzi interagiscono e definito dalle regole. I pezzi sono disposti nello spazio del gioco secondo una configurazione iniziale, e cambiano durante il processo di gioco.</i> L'insieme degli spazi definisce lo spazio di gioco: stati che evolvono con lo stato spaziale</p>

Tabella 1.3.1_5 - Descrizione della sintassi architeturale in una *giocosimulazione* (tradotto da Klabbers, 2006)

SEMANTICA	
Attori Ruoli dei partecipanti; Rappresentazione simbolica del sistema di interazioni (sistema sociale)	<p>Il ruolo è un termine chiave nella semantica di un gioco. Esso fornisce un contesto per interpretare uno spazio di gioco. Offre una lente e una prospettiva per interpretare ed agire.</p> <p>La struttura del ruolo dà forma alla struttura teorica del sistema di interazioni. Gli attori assumono i loro ruoli e gli danno espressione secondo regole formali e informali. Gli attori possono assumere ruoli molteplici. Essi hanno a disposizione dei pezzi (risorse) nello spazio giocabile. Possono tracciare una sequenza di movimenti con questi pezzi mentre cercano di raggiungere i propri obiettivi. Essi hanno accesso a vari tipi di informazioni durante il gioco</p>
Regole Set per la valutazione	<p>Le regole rappresentano le relazioni fra i ruoli.</p> <p>Tali relazioni mostrano la struttura di comunicazione e coordinamento. Convenzioni, regolazioni, procedure e codici di condotta, rituali: servono a valutare le differenti situazioni sociali. Chi è autorizzato ad interagire con chi, e quando? affermazioni circa le relazioni di causa-effetto.</p>
Risorse	<p>Il posizionamento di pezzi ad un dato momento è inteso come un particolare stato nel sistema sociale, che esprime la situazione socio-economica e culturale. Il significato simbolico dei pezzi disposti nello spazio di gioco, è riferibile a loro significato nella vita reale.</p> <p>Spazi per la allocazione delle risorse: durante il gioco i pezzi sono localizzati nello spazio di gioco. Questa localizzazione, dalla sua posizione iniziale in poi, definita dalle regole, sono decise dagli attori. Le posizioni iniziali e intermedie vengono valutate per fare le successive mosse.</p>

Tabella 1.3.1_6 - Descrizione della semantica architetture in una *giocosimulazione* [tradotto da Klabbers, 2006]

PRAGMATICA	
Attori contesto di apprendimento	<p>Coordinamento allopoietico contro coordinamento autopoietico: se gli obiettivi del gioco sono esterni, come di solito accade nella formazione professionale, il coordinamento è definito allopoietico ed enfatizza la funzione di miglioramento delle competenze. Se i giocatori hanno la libertà di agire secondo i propri obiettivi e motivazioni (gioco autotelico), il coordinamento è autopoietico.</p>
Obiettivi di apprendimento	<p>Conoscenza come acquisizione, come interazione. se il trasferimento di conoscenza esplicita è il primo obiettivo le menti dei giocatori sono viste come dei contenitori rappresentabili attraverso delle mappe concettuali e mappe cognitive. Tale conoscenza viene acquisita. Se la conoscenza è il risultato di un processo concettuale tra i giocatori, la conoscenza è la conseguenza del sistema delle interazioni</p>
Regole Set per la valutazione	<p>La squadra dei facilitatori applica le regole.</p> <p>Formato e istruzioni: il formato definisce le procedure per condurre il gioco, i metodi per presentare le informazioni. I giochi possono essere basati sulle regole o avere forma libera, e questo richiede un formato differente e una differente esplicitazione delle istruzioni.</p> <p>Funzioni di valutazione: la valutazione di un gioco, dopo che il suo punto finale è stato raggiunto, viene condotta all'interno del debriefing. Vengono valutate le azioni, le mosse, le scelte nel gestire le risorse e le motivazioni. Sono possibili anche delle valutazioni intermedie.</p>
Risorse	<p>Sono i materiali del gioco: equipaggiamenti, paraphernalia e quant'altro necessita per il gioco. I partecipanti possono usare gli equipaggiamenti come per esempio computers, carta e penne, taglierine eccetera per condurre il gioco e necessitano delle strutture appropriate: stanze, tavoli, sedie, proiettori eccetera</p>

Tabella 1.3.1_7 - Descrizione della pragmatica architettuale in una gocosimulazione (tradotto da Klabbers, 2006)

ARCHITETTURA DEI GIOCHI			
Sistema Sociale	Sintassi (forma)	Semantica (Contenuti)	Pragmatica (Utilizzo)
Attori	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Numero di giocatori ⊕ Numero di posizioni di gioco degli attori 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Ruoli ⊕ Definizione dei Ruoli all'interno dell'organizzazione sociale 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Contesto di apprendimento: tipi di coordinamento ⊕ Obiettivi di apprendimento: tipi di conoscenza
Regole	Set di gestione del gioco: <ul style="list-style-type: none"> ⊕ Regole preparatorie ⊕ Regole di inizio e di fine; ⊕ Regole rigide ⊕ Regole basate su principi; ⊕ Forma libera ⊕ Posizioni all'inizio del gioco ⊕ Movimenti permessi: ⊕ Posizioni alla fine del gioco 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Relazioni tra i ruoli, regole di comunicazione, procedure ⊕ Valutazione delle posizioni per la allocazione delle risorse e relative posizioni dei giocatori all'interno della squadra 	Squadra dei facilitatori Formato
Risorse	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Spazio del gioco ⊕ Insieme delle posizioni di gioco ⊕ Insieme dei pezzi 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Posizionamento dei pezzi: rappresenta la situazione culturale e socio-economica ⊕ Insieme degli spazi occupati e di quelli disponibili 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Materiali: equipaggiamenti, paraphernalia, strutture

Tabella 1.3.1_8 - Architettura generale di un gioco di simulazione (tradotto da Klabbers, 2006)

Klabbers (2006) mette in evidenza come attraverso l'applicazione di questo schema architetture al processo di ideazione di un gioco di simulazione è possibile sviluppare giochi in grado di coprire le tre grandi aree di applicazione (Marshév & Popov, op. cit.): funzione educativa; funzione di ricerca; funzione operativa. Le *giocosimulazioni urbane* si collocano all'interno della terza area funzionale, e per questo secondo l'autore possono essere utilizzate come "agenti di cambiamento" per migliorare l'organizzazione interna di un sistema sociale, e la sua competenza nel prendere decisioni; per disegnare organizzazioni e scenari; con funzione sperimentale.

Lo sfondo teorico e metodologico proposta da Klabbers e riassunto nelle tabelle precedenti permette di fare una serie di osservazioni.

1.3.2 Teorie e Modelli della Scienza delle Reti Complesse nella Gioco/Simulazione Urbana

Mentre Duke (1974, 2006 ed. it.) costruisce una teoria della modalità di interazione comunicativa all'interno della *Gioco/Simulazione* riconoscendone la struttura di tipo reticolare e una forma di rappresentazione che fa uso dei grafi, la sintesi in dieci punti della teoria proposta da Klabbers (2006) mette in evidenza nei due finali delle questioni di estrema rilevanza.

Innanzitutto i «sistemi adattivi complessi» si strutturano come «**reti collettive**» per affrontare la «complessità organizzata» attraverso sequenze continue di «doppia interazione» attraverso i quali viene favorita l'interdipendenza dei comportamenti. Al crescere del numero di attori nella mutua costruzione e mantenimento di queste doppie interazioni, emergono delle strutture collettive di tipo reticolare alle quali gli individui appartengono parzialmente. L'impegno di ciascuno nel mantenere queste doppie interazioni si divide per il numero di reti di appartenenza.

Il **processo di nascita delle reti collettive** viene teorizzato come una convergenza delle persone su idee o ideali condivisi che solo successivamente attivano doppie interazioni che a loro volta creano interdipendenza [Allport, 1962]

Una volta nate e costituite il **processo di evoluzione delle reti collettive** evolve nel tempo attraverso modellazioni e ristrutturazioni secondo un «ciclo morfogenetico» [Archer, 1995] e in base all'influenza esercitata da «attrattori strutturali».

Una rete collettiva rappresenta il modello strutturale di un sistema sociale che è anche un «sistema adattivo complesso». La sua storia dipende dalle condizioni iniziali e nel lungo periodo non è possibile prevedere le caratteristiche emergenti e neanche il

percorso evolutivo. In questo senso, Klabbers individua nella «**durabilità**» delle rete un aspetto fondamentale che merita di essere ulteriormente sviluppato e si è già posto in evidenza come il concetto di «durabilità» trovi opportuna rispondenza nel concetto di «**resilienza**» inteso come capacità di un sistema di affrontare le sollecitazioni dall'ambiente esterno assorbendone gli effetti e traendone benefici senza subire mutamenti qualitativi nella struttura [van der Leeuw e Aschan-Leygonie, 2000].

In ultimo, le «reti collettive» con le quali si strutturano i «sistemi adattivi complessi» sono costituite da «**attori riflessivi**»: gli attori appartengono alle reti collettive per loro spontanea scelta, ma appartengono anche a di gruppi predeterminati e codificati dalla società. All'interno delle diverse realtà gli attori partecipano, contribuendo con il loro sapere esplicito e tacito, al processo morfogenetico attraverso processi riflessivi e concatenazioni non predeterminabili. La "riflessività" si esplica attraverso le scelte che gli attori fanno in funzione dei loro bisogni e preferenze e tali scelte possono condizionare la sopravvivenza stessa della rete.

Quanto detto autorizza ad affermare che utilizzare delle *giocosimulazioni urbane* significa operare con dei «sistemi adattivi» ad alto grado di complessità dovuto alla interdipendenza non solo tra gli attori ma anche tra gli attori e l'ambiente fisico rappresentato dall'ambiente urbano. Tale consapevolezza implica la necessità di capire meglio le dinamiche relazionali e strutturali del sistema e cioè capire meglio come le strutture reticolari crescono, nascono, si evolvono.

La sintesi della teoria di Klabbers, utilizzata come punto di riferimento, non contiene i recenti avanzamenti nel campo dei modelli più sofisticati attualmente a disposizione e che forniscono sorprendenti informazioni riguardo la struttura e il comportamento delle reti sociali complesse.

Le ricerche condotte da matematici, fisici, sociologi, biologi hanno concorso, negli ultimi cinquant'anni, ad individuare le reti come l'elemento pervasivo col quale si struttura il mondo che ci

circonda e a consolidare un vero e proprio nuovo campo di ricerca, la "Scienza delle Reti Complesse".

La Scienza delle Reti Complesse è orientata allo studio di quelle reti che compaiono spontaneamente o comunque senza un atto preordinato e che evolvono secondo modalità non pianificate e decentralizzate. Esattamente come le reti sociali e biologiche. Ma non solo. Sono comprese in questo insieme tutte quelle reti che trovano la loro ragione di esistere in quanto rispondono ad esigenze concrete e reali, richiedono una gestione in forma coordinata e che emergono dalla cooperazione o dalla competizione durante lunghi periodi di tempo tra un insieme di attori/agenti tra loro indipendenti.

Questa descrizione combacia abbondantemente con quella sintetizzata nel punto **1.3.1** e ripresa sopra riguardo la teoria sulla Gioco/Simulazione, ma viene ulteriormente ampliata in quanto mette in relazione caratteristiche topologiche e relazionali con la «durabilità» o «resilienza» della rete.

Infatti le reti del mondo reale sono strutture in evoluzione e sono sistemi dinamici interessati da processi di costante addizione o sottrazione di nodi e connessioni col passare del tempo.

La Scienza delle reti Complesse spiega il comportamento macroscopico delle strutture reticolari in relazione ai processi dinamici che avvengono alla scala locale sia in base alla topologia che alla qualità delle relazioni tra i nodi.

Quanto descritto è considerabile una solida base di riferimento per operare un completamento del quadro teorico proposto da Duke e Klabbbers con le teorie ed i modelli della scienza delle reti complesse. Questa operazione è a sua volta funzionale per sintetizzare le motivazioni e discutere i criteri per l'integrazione di tali teorie e modelli nella *Gioco/Simulazione* nonché valutarne l'impatto in termini operativi [Cfr. **2.3**].

2. SCIENZA DELLE RETI COMPLESSE: TEORIE E MODELLI PER LA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA

“Da molto tempo l’esistenza di un ordine spontaneo sconcerta gli scienziati. Le leggi della termodinamica sembrano infatti prescrivere il contrario, cioè che la natura sia inesorabilmente destinata a degenerare verso uno stato di maggior disordine ... eppure tutto intorno a noi vediamo strutture magnifiche – galassie, cellule, ecosistemi, esseri umani – che in qualche modo sono riuscite ad assemblarsi. Oggi questo enigma affligge tutta la scienza...”

Strogatz, 2003

2.1. RETI COMPLESSE: TEORIE E MODELLI

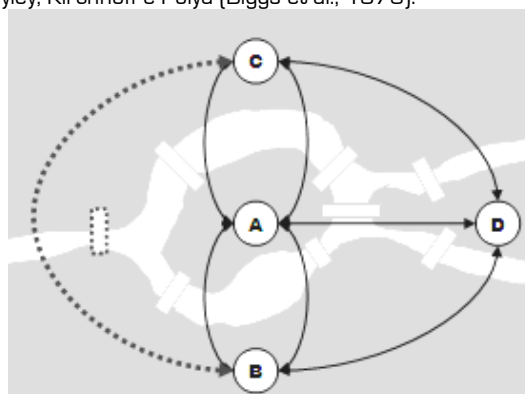
Le ricerche condotte da matematici, fisici, sociologi, biologi e studiosi di organizzazione hanno concorso, negli ultimi cinquant'anni, ad individuare le reti come l'elemento pervasivo col quale si struttura il mondo che ci circonda e a consolidare un vero e proprio nuovo campo di ricerca accettata comunemente con il nome di *scienza delle reti complesse*.

Negli anni recenti intensi studi su vari tipi di reti come Internet, reti biologiche e sociali, condotte da diversi gruppi di scienziati in tutto il mondo, sono apparsi su numerosi saggi e rapporti e di ricerca oltreché riviste scientifiche tra le quali, *American Journal of Sociology*, *Europhysics Letters*, *Bullettin of mathematical Biophysics*, *Nature*, *Physica A*, *Physical Review Letters*, *Psicology today*, *Science*, *Scientific American*, *Social Networks*.

Ma lo studio delle reti registra il suo inizio con la ricerca da parte di Eulero, nella prima metà del '700, della soluzione al cosiddetto "problema dei ponti di *Königsberg*"⁴³. In quell'occasione

⁴³ Lo studio delle reti inizia nel 1736 quando Eulero, per risolvere il celeberrimo rompicapo dei ponti di Königsberg, usando strumenti matematici fonda le basi della teoria sui grafi che venne perfezionata anche da Cauchy, Hamilton, Cayley, Kirchoff e Polya (Biggs et al., 1976).

Königsberg, patria di Immanuel Kant, ai tempi di Eulero faceva parte dell'Impero Prussiano mentre oggi col nome di *Kaliningrad*, fa parte della Federazione Russa. La città si affaccia sulle sponde del fiume Pregel ed è caratterizzata dalla presenza di due isole che all'epoca erano collegate con la terra ferma e fra loro da sette ponti. Il rompicapo consisteva nel trovare un percorso che permettesse di fare il giro della città passando su ciascun ponte una sola volta. Eulero, attraverso lo stratagemma di rappresentare le parti di terra con dei punti (i nodi) ed i ponti con dei segmenti (le connessioni) dimostrò che non era possibile trovare tale percorso se non



Rappresentazione del problema di *Königsberg*

aggiungendo una ulteriore connessione tra i nodi ossia un nuovo ponte (tratteggiati). La questione rilevante è che la dimostrazione mette in evidenza come l'esistenza di tale percorso è una caratteristica topologica del grafo ed è legata al rapporto tra il numero di nodi e le relative connessioni. In particolare in un grafo avente più di due nodi con un numero dispari di connessioni la soluzione cercata dagli abitanti della allora Königsberg non poteva esistere. Per risolvere il problema è necessario modificare il grafo con l'aggiunta di una nuova connessione che permetta di portare a due il numero di nodi con un numero dispari di connessioni. Proprio il modo con il quale i grafi si possono costruire e lo studio delle proprietà della loro struttura si sono rivelati fondamentali per studiare ed interpretare fenomeni complessi come le reti sociali. E lo studio delle reti ha seguito fino ad oggi un cammino su un doppio binario: da una parte i sociologi con le

Eulero utilizzò per la prima volta uno strumento grafico-matematico consistente in una serie di punti chiamati *vertici* o *nodi* uniti da una serie di linee chiamate *spigoli* o *connessioni*. Questo stratagemma rappresentava la struttura del problema ed insieme graficamente e matematicamente, un modello della realtà. La soluzione al problema consisteva nel trovare la sequenza di attraversamento contenente ciascun spigolo una e una sola volta definita oggi *percorso euleriano*. La soluzione trovata da Eulero è considerata come il primo teorema della *teoria dei grafi* che da oltre 300 anni fino ai giorni nostri è diventato il principale strumento per descrivere le proprietà delle reti⁴⁴.

Ma cosa si intende scientificamente con il termine rete?

Nella sua forma più semplice una rete è considerabile come un insieme discreto di punti, i *vertici*, e di un insieme discreto di segmenti, o *spigoli*, che rappresentano le relazioni tra i vertici. Una combinazione di nodi e connessioni può essere utilizzata per rappresentare diverse strutture come per esempio le reti sociali: in questo caso i nodi rappresentano i singoli individui o gruppi di essi e le connessioni le relazioni interpersonali che possono essere di amicizia, parentela o altro. La *teoria dei grafi* fornisce, dunque, un vero e proprio linguaggio per rappresentare le caratteristiche topologiche di modelli astratti in forma semplice, ma soprattutto uno strumento pratico per l'analisi di dati empirici. Questa è la ragione per la quale tale teoria è stata largamente usata nei più disparati campi della ricerca.

Già dagli anni 50 nel campo sociologico si registrava vivo interesse per l'utilizzo della teoria dei grafi per l'analisi quantitativa delle sempre più corpose basi di dati provenienti rilevazioni sul campo. Nel tempo è andata strutturandosi una vera e propria branca della sociologia chiamata Analisi delle Reti Sociali (*Social*

intuizioni e le ricerche empiriche dall'altra i matematici e i fisici che hanno cercato di costruire dei modelli adeguati facendo uso delle proprietà dei grafi.

⁴⁴ Il teorema può essere così sintetizzato: sia dato un grafo costituito da un numero di nodi pari a n . Ciascun nodo è detto di grado pari o di grado dispari a seconda del numero pari o dispari di spigoli che da esso si dipartono. Ciò detto il grafo è percorribile completamente se e solo se è formato solo da nodi di grado pari o se ne contiene al massimo due di grado dispari. In questo secondo caso, per percorrere correttamente e completamente il grafo è necessario partire da uno dei due nodi di grado dispari e arrivare all'altro di pari grado. (Cfr. B. Bollobás [1998], *Modern Graph Theory*, Springer-Verlag, New York; D. West [2001], *Introduction to Graph Theory* (2^a ed.), Prentice Hall, Upper Saddle River)

Network Analysis) all'interno della quale è stata presa in prestito direttamente o adattandola opportunamente la terminologia scientifica utilizzata nella teoria dei grafi. Nell'ambito delle reti sociali, la *social network analysis* si è sempre caratterizzata per il suo carattere fortemente empirico e descrittivo. Il tentativo di sviluppare nuovi modelli e teorie in questa branca è sempre stato ostacolato dalla indisponibilità di dati di buona qualità. Nel campo dello studio delle reti sociali, così come nella pianificazione urbana, la costruzione di basi di dati soddisfacenti si scontra con la eccessiva onerosità degli strumenti di rilevazione e con le distorsioni collegate alle risposte soggettive che i soggetti intervistati danno.

Le reti del mondo reale si distinguono per due caratteristiche principali: sono strutture in evoluzione e sono sistemi dinamici. Molte reti sono il prodotto di processi dinamici che portano ad una costante addizione o sottrazione di nodi e connessioni. Un tipico esempio può essere considerato la rete sociale di amicizie che nasce cresce e si evolve durante tutto l'arco della vita di una persona e che vede nascere e scomparire contatti. La storia evolutiva di queste reti è profondamente legata al ruolo che ciascun nodo riveste all'interno della rete e ai modelli comportamentali che tali nodi seguono col passare del tempo. Nel momento in cui si è iniziato a focalizzare l'attenzione sulle proprietà delle reti che strutturano il mondo reale (reti sociali e biologiche soprattutto), caratterizzate dal loro evolvere dinamico, si è compreso che deve esistere qualcosa di più rispetto alla topologia che può spiegarne il comportamento e l'evoluzione. Inoltre la rete, da modello topologico, diventa soprattutto metafora e modello strutturale attraverso il quale è possibile comprendere il funzionamento dei sistemi dinamici distribuiti.

È dal campo degli studi matematici che emergono le ricerche e gli avanzamenti teorici più significativi riguardo fenomeni sociali. Infatti, sempre negli anni '50, diversi matematici, per spiegare le dinamiche di propagazione di mode ed epidemie all'interno di reti sociali, iniziarono a sviluppare con la *teoria dei grafi* dei modelli di rete di tipo totalmente casuale. A lungo andare tali modelli si sono rivelati piuttosto limitativi per diverse ragioni, innanzitutto perché si

rivelano utili a rappresentare delle situazioni essenzialmente statiche; secondariamente perché la teoria dei grafi tradizionale permetteva di mettere in luce soprattutto le caratteristiche topologiche del sistema, ma non quelle dinamiche. Dunque, la teoria dei grafi si distingue per la sua eleganza ed insieme per la sua irrilevanza quando si tratta di studiare le reti che compongono il mondo reale.

Negli ultimi anni l'incremento di disponibilità di banche dati sulle reti composte da migliaia fino a milioni di nodi ha reso possibile sviluppare nuovi ed interessanti modelli largamente testati e verificati empiricamente⁴⁵.

La scienza delle reti complesse è orientata allo studio di quelle reti che compaiono spontaneamente o comunque senza un atto preordinato e che evolvono secondo modalità non pianificate e decentralizzate, esattamente come le reti sociali e quelle biologiche. Ma non solo. Sono comprese in questo insieme tutte quelle reti che trovano la loro ragione di esistere in quanto rispondono ad esigenze concrete e reali, richiedono una gestione in forma coordinata e che emergono dalla cooperazione o dalla competizione durante lunghi periodi di tempo tra un insieme di attori/agenti tra loro indipendenti.

Un principale obiettivo della nuova scienza delle reti è cercare di capire come le strutture reticolari a livello globale dipendono da questi di processi dinamici che operano alla scala locale.

Considerare le reti come sistemi dinamici è la caratteristica principale della nuova scienza delle reti. Questo punto di vista chiede di considerare l'insieme dei nodi di una rete come un insieme discreto di entità dinamiche ciascuna con le proprie regole di comportamento. Dunque, una rete, all'interno della quale un certo numero di individui interagiscono tra loro e vi diffondono informazioni, non ha solo proprietà spiegabili dalla sua particolare topologia, ma anche proprietà descrivibili in base alla natura e alla dinamica delle relazioni interne. Un tipico esempio dell'interazione fra gli individui facenti parte di una rete è legata all'influenza che può essere esercitata da pochi soggetti sull'opinione di molti soggetti

⁴⁵ Esempi di queste reti sono quelli della collaborazione scientifica che possono essere una parte in tempo reale attraverso le banche dati elettroniche.

con lo scopo di prendere alcune decisioni in forma collettiva. Un altro esempio è legato agli schemi di diffusione e contagio di malattie o di innovazioni tecnologiche. In questo caso l'aspetto topologico e quello relazionale hanno notevole influenza sulla probabilità che le informazioni possano essere trasmesse più o meno velocemente all'interno della rete.

L'approccio tradizionale matematico a tale tipo di problemi sia nel campo epidemiologico e matematico che in quello della ricerca sulla diffusione delle informazioni considera di solito che tutti i membri di una popolazione hanno la stessa probabilità di interazione con tutti gli altri. Cioè la struttura del grafo utilizzato per modellizzarlo è un «grafo casuale» (*random graph*). Questa assunzione però è sempre stata in netto contrasto con molte delle evidenze empiriche messe in evidenza da studi e ricerche condotti dalle scienze sociali da diversi decenni.

Tanti dei concetti e delle teorie che verranno più nel dettaglio descritte nei seguenti punti, sono stati esplorati e analizzati nelle scienze sociali a partire da osservazioni e studi empirici ben prima che la nuova scienza delle reti fosse riuscita a fare ordine all'interno di tali questioni attraverso l'uso del linguaggio della fisica matematica.

L'evoluzione in oltre cinquantacinque anni negli studi sulle reti complesse può essere descritta attraverso il susseguirsi di alcuni articoli che hanno rappresentato la svolta o l'inizio di una serie di ulteriori studi e ricerche di tipo empirico che hanno permesso di comprendere ancora più a fondo le caratteristiche delle reti del mondo reale giungendo alla elaborazione dei modelli di Watts-Strogatz [1998] o delle «reti di piccolo mondo» (*small-world networks*) e di Barabási-Albert [1999] o «reti ad invarianza di scala» (*scale-free networks*).

Uno dei primi articoli in questione è stato pubblicato nel 1951 sul *Bullettin of mathematical Biophysics* a firma di Solomonoff e Rapoport con il titolo "*Connectivity of random nets*" e rappresenta il primo studio di tipo sistematico sui grafi di tipo casuale (*random graphs*). In particolare vengono introdotti per la prima volta il grafo casuale e la dimostrazione di una fondamentale proprietà di tale

modello: all'aumentare delle connessioni tra i nodi all'interno del grafo si osserva la formazione di una cosiddetta «componente gigante» (*giant component*). Questa definizione di tipo matematico rappresenta una struttura che include un'ampia porzione di tutti i nodi. Nella trattazione vengono fatti diversi esempi tra i quali il più interessante, per l'obiettivo della presente tesi, è senz'altro quello relativo ad un modello di rete sociale all'interno della quale avvengono i contatti fisici responsabili della diffusione di malattie epidemiche che verrà ripreso più avanti in termini di informazioni trasmesse e di cooperazione. Gli esempi sono funzionali alla definizione di un nuovo concetto di tipo statistico, la «connettività debole» (*weak connectivity*), e cioè il numero atteso di nodi raggiungibili attraverso la rete a partire da un nodo scelto in forma casuale. Nello studio venne sviluppata una relazione di tipo iterativo studiando la quale arrivarono a stabilire un valore critico di tale parametro. Per $\gamma < 1$ si ha una situazione di numerosi piccoli gruppi, o *cluster*, isolati; per $\gamma \geq 1$ appare la «componente gigante».

Il secondo articolo ha per titolo "*Contacts and Influence*" ad opera dello scienziato politico Ithiel de Sola Pool e del matematico Manfred Kochen. Benché fosse stato scritto nel 1958 e fatto circolare per molti anni negli ambienti accademici, l'articolo è stato pubblicato solo nel 1978 sul primo numero della rivista scientifica *Social Networks*. Nella breve nota iniziale, prima dell'introduzione, viene spiegato il perché di questa tardiva pubblicazione: l'articolo sollevava molte più questioni di quelle che era in grado di discutere e spiegare perché, nonostante fossero passati più di vent'anni dalla prima formulazione, alcuni dei problemi fondamentali in esso analizzati aspettavano ancora di essere risolti. La pubblicazione del primo numero di un nuovo giornale scientifico riservato agli studi sulle reti sociali dava la possibilità di proporre ad una cerchia più allargata di ricercatori tutta una serie di problemi e questioni irrisolte⁴⁶. Questo lavoro, ispirato al precedente articolo di

⁴⁶ "Che cos'è che dovremmo conoscere a proposito delle reti che mettono in contatto gli esseri umani? Per ciascun individuo dovremmo conoscere quante altre persone conosce, per esempio il suo volume di conoscenze (*acquaintance volume*). Per una popolazione vogliamo conoscere la distribuzione del volume di conoscenze, la media e la differenza tra il massimo ed il minimo. Vogliamo conoscere il tipo di persone sono quelle che hanno molti contatti e se queste persone

Solomonoff e Rapoport, si basa fundamentalmente sull'utilizzo del modello di grafo casuale per verificare teoricamente una lunga serie di domande teoriche che partono dall'accettazione dell'esistenza del cosiddetto «fenomeno dei piccoli mondi» (*small world phenomenon*) del quale per la prima volta si discute in termini scientifici. Queste domande hanno finito per rappresentare il dominio di studio sulle reti sociali. Alcuni degli elementi che emergono sono i seguenti: delle coppie di persone sulla terra possono essere connesse attraverso appena due conoscenze intermedie; le differenze di stato sociale hanno solo un minimo effetto sulla distanza media tra gli individui intesa come numero di conoscenze in comune.

Il terzo articolo è quello pubblicato nel 1960 ad opera dell'Istituto di matematica dell'Accademia delle Scienze ungherese a firma di Erdős e Rényi, intitolato "On the evolution of random graphs"⁴⁷.

sono anche quelle che influenzano maggiormente. Vogliamo sapere quanto le linee di contatto sono stratificate; qual è la struttura della rete? Se conosciamo la risposta a queste domande relative agli individui e all'intera popolazione possiamo farci delle domande sulle implicazioni relative ai percorsi che collegano coppie di individui. Qual è la probabilità che due persone scelte a caso da una popolazione possano conoscersi l'un l'altra? Qual è la possibilità che avranno di possedere un amico in comune? Qual è la possibilità che la congiunzione più breve tra questi mi chiedi non più di due intermediari; per esempio l'amico di un amico?" [t.d.a da Pool, Kochen, 1978; pag. 6]

⁴⁷ Di seguito si riporta la trattazione semplificata ma completa del modello di Erdős e Rényi: detta Q una particolare proprietà di un grafo e N il numero dei nodi costituenti il grafo, se $Q \rightarrow 1$ e $N \rightarrow \infty$ allora possiamo dire che pressoché ogni grafo costituito da N nodi possiede la proprietà Q . Erdős e Rényi studiarono il comportamento di varie proprietà dei grafi esplicitate come una funzione di probabilità p dell'esistenza di una connessione tra due vertici qualsiasi, e mostrarono che per molte proprietà esiste una probabilità critica $p_c(N)$ tale che se $p(N)$ cresce più lentamente rispetto a $p_c(N)$ come $N \rightarrow \infty$ allora pressoché ogni grafo con una probabilità di connessione $p(N)$ non conserva la proprietà Q . Viceversa se $p(N)$ cresce più velocemente rispetto a $p_c(N)$ allora pressoché ogni grafo gode della proprietà Q . di conseguenza la probabilità che un grafo con un numero di nodi pari a N e probabilità di connessione $p = p(N)$ ha la proprietà Q soddisfa la seguente relazione:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} P_{N,p}(Q) = \begin{cases} 0 & \text{se } p(N)/p_c(N) \rightarrow 0, \\ 1 & \text{se } p(N)/p_c(N) \rightarrow \infty. \end{cases}$$

tratto da Newman, *et al.* (2006)

Rispetto a quanto detto le *soglie di probabilità* rispetto ai quali differenti sub-grafi appaiono in un grafo casuale sono le seguenti:

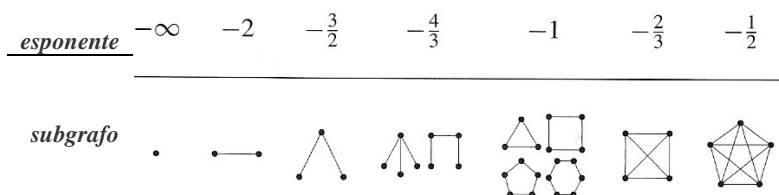


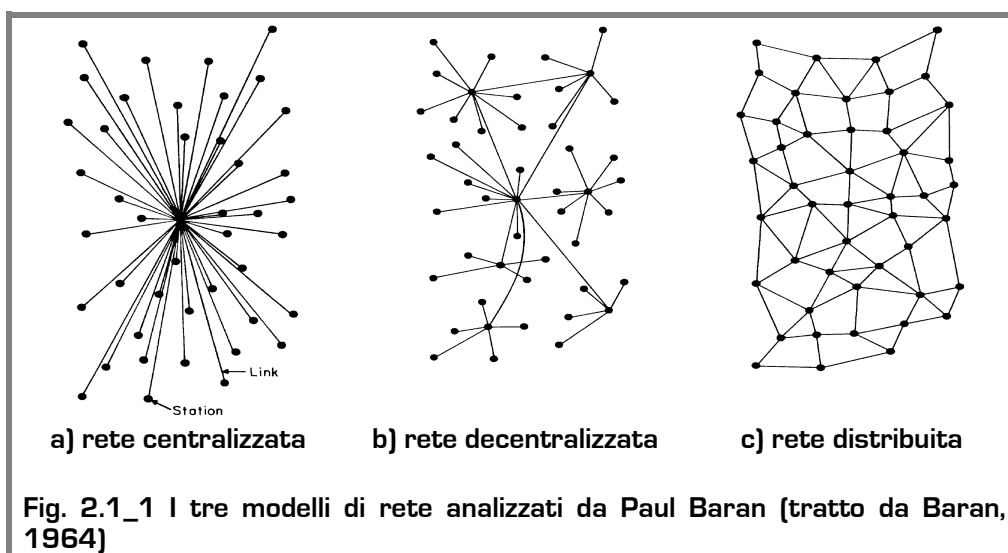
Illustrazione tratta da Newman, *et al.* (2006)

Questa pubblicazione riprende e dimostra, indipendentemente ed in forma più rigorosa, quanto affermato da Solomonoff e Rapoport circa dieci anni prima. L'elemento fondamentale messo in evidenza è relativo alla modalità con le quali si manifestano molte delle proprietà dei grafi casuali ossia repentinamente e in funzione del numero di connessioni che vengono a formarsi tra i nodi. Una prima anticipazione del comportamento non lineare delle reti complesse che spiegano il mondo reale. Il loro modello è basato su un concetto di soglia di probabilità al variare della quale diversi sub-grafi vengono generati a partire da un grafo casuale. In particolare si possono identificare due tipologie di sub-grafi: i cosiddetti «alberi» [*trees*] facilmente identificabili dalla loro topologia aperta, e gli alberi chiusi o «cicli» [*cycles*] caratterizzati da una topologia chiusa o ad anello.

Mentre i primi tre articoli hanno un approccio di tipo teorico il quarto articolo è molto focalizzato sulle applicazioni pratiche dei grafi come strutture connettive per la trasmissione di informazioni. Si tratta del primo documento di una serie di undici intitolata "*On Distributed Communications*" scritti da Paul Baran nel 1964. Come si evince dalla prefazione, tale serie fa parte di un programma di ricerca continuo condotto dalla RAND Corporation su richiesta della U.S Air Force nel campo del comando e controllo nonché produzione di piani e politiche sia governative che militari. Questo documento, dal titolo "*Introduction to distributed communication networks*", descrive concettualmente che cosa è un sistema di comunicazioni attraverso l'utilizzo della teoria dei grafi e sintetizza i requisiti per il progetto di un sistema distribuito di trasmissione di dati in formato digitale. Due elementi caratterizzano fortemente il discorso: l'analisi a livello topologico delle strutture distribuite contro il modello di tipo

Per $p(N)^{3/2} \rightarrow 0$ il grafo è costituito solo da nodi isolati o coppie di nodi collegate tra loro. Quando $p \sim N^{-3/2}$ appaiono «alberi» [*trees*] con tre connessioni, mentre per $p \sim N^{-4/3}$ appaiono «alberi» [*trees*] con quattro connessioni. Se $p \sim N^{-1}$ appaiono alberi di diverse dimensioni così com'è cicli di qualsiasi lunghezza. Quando $p \sim N^{-2/3}$ il grafo contiene dei sub-grafi completi formati da quattro lati mentre per $p \sim N^{-1/2}$ si formano sub-grafi contenenti cinque lati. Per l'esponente che tende a zero il grafo casuale tende a generare sub-grafi completi di ordine crescente. (Newman *et al.*, 2006)

gerarchico-centralizzata: la «ridondanza»⁴⁸ come soluzione per la costruzione di sistemi di trasmissione dati robusti, cioè capaci di resistere a pesanti attacchi nemici.



I modelli di rete considerati nell'analisi sono tre: centralizzato (star network); decentralizzato (*decentralized network*) comunque costituita dalla connessione tra diverse reti centralizzate; distribuito (*distributed network*).

Secondo Baran, il modello topologico e organizzativo dominante in quel periodo era quello della rete decentralizzata che però mostrava una intrinseca fragilità. Infatti bastava comunque colpire pochi centri nevralgici per far “cadere” l'intera rete. La caratteristica che invece rende meno vulnerabile una rete distribuita è il maggiore «livello di ridondanza» (*redundancy level*) considerato come indicatore della connettività.

Considerata un griglia di nodi di dimensione tre per tre, la rete minima di riferimento per valutare il livello di ridondanza è costituito da quella che vede il nodo centrale con due connessioni. Tale

⁴⁸ Il concetto di ridondanza deriva principalmente dall'articolo di Claude Shannon dal titolo “*A Mathematical Theory of Communication*” pubblicato nel 1948 sul *Bell system Technical Journal*. Nella sua Teoria matematica della comunicazione egli introdusse il concetto di ridondanza come una misura dell'ordine relativo di un sistema in rapporto al sottofondo di massimo disordine. La definizione matematica di ridondanza è data dalla relazione $R = 1 - H/H_{max}$ dove H è l'entropia del sistema al tempo t e H_{max} il valore massimo dell'entropia possibile per il sistema. Rispetto ad una rete ed in termini topologici tale concetto è esprimibile in funzione del numero di nodi e relazioni presenti in numero sovrabbondante rispetto a quelli strettamente sufficienti affinché la rete funzioni correttamente.

configurazione viene chiamata «rete con livello di ridondanza uno» (*network of redundancy level one*). L'evoluzione di questa combinazione permette di individuare i crescenti livelli di ridondanza come descritto nella figura 2.1_2. Quello che importa maggiormente è che a parità di livello di ridondanza è l'architettura della rete, o in termini matematici, la topologia che condizionano il comportamento della rete e di conseguenza la vulnerabilità.

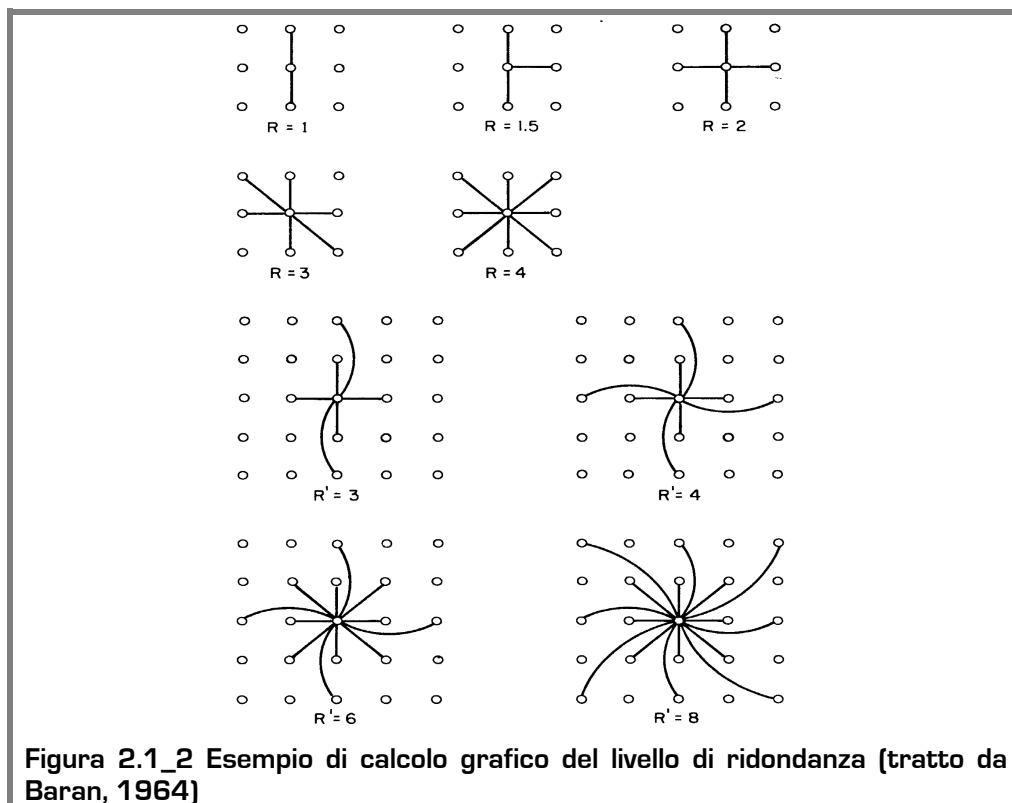


Figura 2.1_2 Esempio di calcolo grafico del livello di ridondanza (tratto da Baran, 1964)

Mentre nel campo della matematica, della biologia e dell'ingegneria si dibattevano le questioni su esposte nel campo della sociologia si osservavano e tentavano di capire ed interpretare attraverso degli studi empirici un fenomeno singolare. Tale fenomeno consiste nella osservazione dell'esistenza di strutture relazionali sorprendentemente efficienti nel mettere in comunicazione soggetti distanti tra loro geograficamente, che non si conoscono direttamente, ma che hanno un'amicizia o conoscenza in comune.

Questo fenomeno è stato descritto primariamente nel campo della letteratura nel 1929 ad opera di uno scrittore ungherese originario di Budapest, Frigyes Karinthy, che pubblicò una breve storia intitolata "*Catene*"⁴⁹ contenuta in una raccolta di numerosi altri brevi racconti. L'idea dell'autore riguardo al fatto che le persone sono unite in una catena costituita dal massimo da cinque passaggi anticipava di circa 60 anni l'espressione «sei gradi di separazione» usata nel 1990 da John Guare per intitolare l'omonima commedia di successo⁵⁰.

Esistono altre due pubblicazioni nel campo della pianificazione urbana e della sociologia che rivestono notevole importanza e che sembrano collegate a tale idea, anche se non è chiaro il grado di relazione e di influenza reciproci.

Nel 1961 Jane Jacobs pubblicava il libro *The Death and Life of Great American Cities* nel quale è contenuto un passaggio che sembra ricollegarsi fortemente all'idea delle catene di connessione e dei gradi di separazione:

"quando mia sorella ed io da una piccola città arrivammo per la prima volta a New York, eravamo solite divertirci con un gioco che chiamavamo messaggi. L'idea era di scegliere due persone totalmente differenti, per esempio un cacciatore di teste nelle isole Solomon e un calzolaio della Rock Island, nell'Illinois, e fare finta che uno dovesse consegnare un messaggio all'altro attraverso il semplice passa-parola; a questo punto avremmo dovuto, in

⁴⁹ "In "Catene" [il titolo originale del racconto in lingua ungherese è *Láncszemek*] Karinthy sosteneva, come fece cinquant'anni prima Jules Verne, che il mondo si sta restringendo. Ma diversamente da Verne ne "Il giro del mondo in 80 giorni", Karinthy propose di dimostrare la sua tesi non in modo fisico circumnavigando il globo, ma attraverso un'argomentazione sociale. Egli sosteneva che le persone sono sempre più connesse le une alle altre attraverso le loro conoscenze, e che la densa rete di amicizie che circonda ciascuna persona conduce ad un mondo interconnesso all'interno del quale ciascuno sulla terra si colloca al più a cinque conoscenze di distanza da ciascun altro". (Newman et al., 2006; pag. 10)

⁵⁰ Un personaggio femminile della commedia, Ouisa Kittredge, affermava che: "*ho letto da qualche parte che ciascuno di noi su questo pianeta è separato da solo altre sei persone. Sei gradi di separazione tra noi e ciascun altro su questo pianeta. Il presidente degli Stati Uniti, un gondoliere a Venezia [...] trovo estremamente confortante che siamo così vicini, ma mi sembra come una tortura cinese il fatto che devi trovare le sei persone giuste per realizzare questa connessione. Non è una questione di grandi nomi, vale per tutti. Un nativo della foresta vergine, della terra del fuoco, o un eschimese. Io sono legata sia legato verso ciascun altro su questo pianeta da una catena di sei persone. È un pensiero profondo [...] come ciascuno di noi rappresenti una nuova porta aperta verso il mondo*". (Guare, 1990)

Benché sia possibile trovare tale citazione in numerose pubblicazioni che trattano questo argomento (per esempio Watts, 2004a; Strogatz, 2003; Barabasi, 2002) sembra comunque significativo riportarla in questa sede per completezza di esposizione.

silenzio, inventarci una plausibile o quanto meno possibile catena di persone attraverso le quali il messaggio potesse essere trasmesso. La prima in grado di comporre la più corta e plausibile catena di persone avrebbe vinto" (Jacobs, 1961; pag. 134).

Nel campo degli studi sociologici fu Stanley Milgram a dare un impulso agli studi sulle reti sociali attraverso la pubblicazione degli esiti di un suo esperimento condotto negli Stati Uniti. Il suo lavoro era fortemente ispirato dall'idea di condurre un esperimento che potesse testare le affermazioni contenute nell'articolo di Pool e Kochen che come detto precedentemente, pur essendo stato pubblicato ufficialmente nel 1978 era noto negli ambienti accademici sotto forma di manoscritto da circa venti anni. Milgram pubblicò diversi articoli in merito ma il più famoso è quello che, pubblicato nel 1967 sulla rivista *Psychology Today* con il titolo "*The Small-World Problem*", riferiva dei risultati del suo esperimento condotto allo scopo di capire quale fosse il numero medio di intermediari necessario a mettere in connessione due cittadini degli Stati Uniti distanti e sconosciuti tra loro utilizzando come mezzo di comunicazione una serie di lettere. Milgram sosteneva che le lettere erano pervenute a destinazione con un numero medio di passaggi, o intermediari, pari a 5,5. Un risultato simile al numero previsto da Karinthy e da Guare.

Nel 1969 Milgram insieme a Jeffrey Travers pubblicò un altro articolo sulla rivista scientifica *Sociometry* intitolato "*An experimental study of the small-world problem*". relativo ad un secondo esperimento simile al primo ottenendo questa volta un valore medio pari a 5,2.

I risultati di Milgram che hanno avuto, come detto, il grande pregio di dare un impulso notevole agli studi in materia, non sono stati mai confutati scientificamente fino a dopo il 2000. Tra il 2001 e il 2002 sono apparsi tre articoli⁵¹ scritti dalla psicologa sociale

⁵¹ Judith S., Kleinfeld (2002), "*The Small World Problem*", *Society*, 39(2):61-66; "*Could it be a big world after all?*" (http://www.judithkleinfeld.com/ar_bigworld.html); "*Six Degrees of Separation: An Urban Myth?*" (http://www.judithkleinfeld.com/ar_sixdegrees.html)

Judith Kleinfeld di cui il più importante è quello pubblicato sulla rivista scientifica *Society* ed intitolato "*The small world problem*". La Kleinfeld (2002) nel tentativo di organizzare uno studio empirico sulle orme di quello di Milgram decise di accedere ai documenti, appunti e dati raccolti da Milgram direttamente dall'archivio custodito presso l'Università di Yale. La sorpresa negativa per quanto riscontrato l'aveva convinta a pubblicare il suo articolo affermando che

"l'amabile idea che viviamo in un «piccolo mondo» nel quale le persone sono connesse da «sei gradi di separazione» può essere considerato l'equivalente accademico di una leggenda urbana. Nuove evidenze emerse nei documenti di Milgram negli archivi di Yale, insieme ad una revisione sulla ricerca riguardo il problema small-world rivela che questa idea largamente accettata poggia su scarse evidenze empiriche" (Kleinfeld, 2002; pag.61).

Un altro articolo deve essere menzionato per l'importanza che ha rivestito e che tuttora riveste. Si tratta dell'articolo di Mark Granovetter intitolato "La forza dei legami deboli" (*The Strength of the Weak Ties*) pubblicato nel 1973 sull'*American Journal of Sociology*. A partire dalla scelta di alcuni limitati aspetti delle relazioni alla piccola scala, Granovetter mostra nel dettaglio come l'uso della *network analysis* permetta di mettere in relazione la forza dei rapporti interpersonali con alcuni macrofenomeni come la diffusione, la mobilità sociale, l'organizzazione politica e la coesione sociale in generale. Nel suo lavoro Granovetter descrive un modello di struttura sociale di tipo «ego-centrata» (*ego-centered*) ossia costituita da un individuo circondato da una rete di conoscenze. Tale rete è formata da poche conoscenze veramente strette che concorrono a formare un nucleo sociale compatto nel quale tutti si conoscono tra di loro; inoltre i legami di un individuo non sono solo di tipo forte come possono essere delle amicizie ma esistono anche delle relazioni di conoscenza che coinvolgono individui facenti parte di altri nuclei compatti.

L'ipotesi avanzata dall'autore consiste nella seguente osservazione: quando è necessario svolgere un'attività di notevole

importanza quale quella di cercare un lavoro, o in generale promuovere un nuovo business o una nuova moda i legami deboli si rivelano più importante delle amicizie. Infatti sono proprio questi che permettono di entrare in comunicazione con altri nuclei compatti più o meno allargati, e con un sistema a cascata i componenti di tali nuclei compatti diventano, attraverso i loro legami deboli, la porta di accesso a numerosi altri nuclei compatti.

Ma i due articoli che rivoluzionano il modo di vedere le strutture sulle quali si basa il mondo naturale così come le reti sociali arrivano però dal campo della matematica e della fisica.

Nel 1998, Watts e Strogatz, pubblicano su Science l'articolo "*Collective Dynamics of Small-World Networks*" relativo appunto ad un particolare modello e soprattutto una classe di reti mai studiati prima: le «reti di piccolo mondo» [*small world networks*].

Le reti di piccolo mondo sono una via di mezzo tra le reti completamente casuali e le reti perfettamente ordinate ottenute tramite la deviazione di alcune connessioni tra i nodi all'interno di un grafo regolare aggiungendogli un certo grado di disordine. Tali deviazioni rappresentano delle vere e proprie scorciatoie comunicative [*shortcuts*] che favoriscono l'originarsi di un effetto connettivo di tipo non lineare chiamato appunto *small-world* in riferimento agli studi fatti in campo sociologico da Milgram sui «sei gradi di separazione».

Il modello è stato testato empiricamente sia utilizzando banche dati provenienti da reti reali sia estendendo l'osservazione ad altre reti del mondo reale. In particolare sono state presentate le evidenze scientifiche relative a tre reti di collaborazione: la rete di collaborazione tra attori attraverso l'uso dei dati presenti nell'Internet Movie Database; la rete formata dalle linee di distribuzione dell'alta tensione dell'ovest degli Stati Uniti; infine, la rete neurale di un organismo biologico chiamato *C.elegans*⁵², uno

⁵² *C.elegans* è la forma comune con la quale viene indicato il *Caenorhabditis elegans*. Si tratta di un verme nematode che vive nel suolo nutrendosi di batteri. È trasparente ed è lungo circa 1 mm. Ciò che lo rende uno straordinario banco di prova per studi di tipo empirico è il fatto che nonostante la sua semplicità è dotato di quasi tutti i sistemi ed apparati riscontrabili negli altri animali.

degli organismi più largamente studiati nelle scienze biologiche e del quale è nota dagli anni ottanta l'intera struttura della sua rete neurale e lo schema di interazione tra le sinapsi dei suoi neuroni. In ognuno di questi casi viene dimostrato che la distanza media tra i vertici assume un valore vicino a quella che si riscontra in un grafo casuale avente lo stesso numero di nodi e distanza media tra i vertici e che, inoltre, il coefficiente di addensamento (clustering) è molto superiore a quello che ci si aspetterebbe da un grafo casuale.

Mentre Watts e Strogatz studiavano il modello delle reti di piccolo mondo, altri due scienziati stavano lavorando ad un altro modello presentato in un altro articolo seminale che ha dato il via diffusamente allo studio sia teorico che empirico delle reti ad invarianza di scala (*scale-free networks*). Si tratta dell'articolo apparso nel 1999 su *Science* pubblicato da Albert-Lázlo Barabási e Réka Albert dal titolo originale "*Emergence of Scaling in Random Networks*".

Il modello, presentato nella sua forma originaria, è stato discusso e testato empiricamente attraverso lo studio di tre reti: il World Wide Web; la rete degli attori del cinema, analogamente a Watts e Strogatz; la rete delle citazioni sui giornali scientifici.

Le evidenze empiriche sembrano mostrare che anche se i tre sistemi esaminati sono apparentemente differenti tra loro, condividono una distribuzione grado simile ed inoltre sembra emergere un meccanismo comune capace di dirigere le strutture di tutte queste reti.

Questa rassegna introduttiva e non certamente esaustiva traccia le tappe fondamentali della evoluzione degli studi che hanno concorso a costruire un corpus di conoscenze strettamente correlato a sua volta agli studi sul fenomeno della «sincronia» che è stato alla base della scoperta delle classi di reti che vanno sotto il nome di reti di piccolo mondo (*small world networks*).

2.1.1 Sincronia

Il concetto di «emergenza» sintetizza ciò che avviene in quei processi nei quali l'aggregarsi dei comportamenti individuali determina quello collettivo secondo modalità e schemi più complessi di quelli precedenti e soprattutto non prevedibili rispetto ai primi. La questione fondamentale che gli studiosi del fenomeno della sincronia affrontano è la comprensione delle cause e condizioni sotto le quali condizioni una popolazione di oscillatori inizia ad oscillare in sincronia. Tale questione, apparentemente non correlata rispetto alle scienze sociali, è in realtà un tentativo di comprendere la questione dell'emergenza da un diverso punto di osservazione. Una breve e convincente descrizione del fenomeno della sincronia viene data nel saggio pubblicato nel 2003 da Steven Strogatz⁵³ non solo uno dei maggiori esperti in campo mondiale di tale fenomeno ma soprattutto uno dei maggiori protagonisti della recente evoluzione della scienza delle reti complesse.

Definizione di sincronia

In particolare, Strogatz riferisce che

“Ancora pochi anni fa, lo studio della sincronia era un'impresa frammentata con biologi, fisici, matematici, astronomi, ingegneri e sociologi, che operavano nei propri campi distinti, seguendo linee di indagine apparentemente indipendenti. Ma poco alla volta, grazie alle intuizioni raggiunte in queste e in altre discipline, ha cominciato a prendere forma una scienza della sincronia. Questa nuova scienza si incentra sullo studio degli «oscillatori accoppiati». Gruppi di lucciole, di pianeti o di cellule pacemaker sono tutti insieme di oscillatori, di entità che seguono automaticamente dei cicli, che ripetono di continuo le stesse azioni a intervalli di tempo più o meno regolari. Le lucciole lampeggiano; i pianeti percorrono orbite; le cellule pacemaker emettono impulsi elettrici. Si dice che due o più oscillatori sono accoppiati quando esiste un qualche

⁵³ Strogatz considera, il suo, un tentativo di sintetizzare l'enorme massa di conoscenze prodotta sull'argomento prodotte dagli scienziati in tutto il mondo nel corso dei secoli e in diverse discipline tra i quali: nel campo della fisica Albert Einstein, Richard Feynman, Brian Josephson e Yoshiki Kuramoto; nel campo della matematica, Norbert Wiener (il padre della Cibernetica alla quale dobbiamo l'esplicitazione di concetti quali "retroazione", "autoregolazione" e infine di "auto-organizzazione" nato dall'individuazione della "rete" come schema generale della vita) e Paul Erdős; nel campo della psicologia sociale, Stanley Milgram; il chimico Boris Belousov; il teorico del caos Edward Lorenz e nel campo della biologia, Charles Czeisler ed Artur Winfree. (Strogatz, 2003)

processo fisico o chimico che permette loro di influenzarsi a vicenda. Le lucciole comunicano attraverso la luce. I pianeti si stratonano l'uno l'altro per mezzo della gravità. Le cellule cardiache si trasmettono correnti elettriche. Come questi esempi suggeriscono, la natura utilizza ogni canale di informazione possibile per permettere ai suoi oscillatori di comunicare fra loro. E il risultato di queste conversazioni è spesso una sincronia, in cui tutti gli oscillatori cominciano a muoversi all'unisono" (Strogatz, 2003; pagg.11-12).

Questa descrizione permette di comprendere come la sincronia di comportamento rappresenti una delle dinamiche più importanti che si possono verificare tra i nodi di una rete complessa formata appunto da "gruppi" di entità "accoppiate" tra loro che comunicano attraverso dei canali informativi dando luogo ad un comportamento emergente di oscillazione all'unisono chiamata appunto «sincronia». La sincronia può essere anche vista come una forma di auto-organizzazione derivante dalla combinazione della attitudine e comportamento cooperativo o competitivo tra i nodi della rete.

Forme di sincronia

Non esiste un solo tipo di sincronia e la distinzione viene fatta in funzione della durata del fenomeno. Si parla di «sincronia transitoria» quando il fenomeno è di tipo casuale e tende a comparire e scomparire senza particolari effetti sull'evoluzione dell'intero sistema. Si parla di «sincronia persistente» quando due eventi si ripetono per un periodo di tempo lungo tanto da fare osservare l'emergere di nuove forme di organizzazione all'interno di una rete complessa.

Sincronia/caos, ordine/disordine

Un possibile malinteso può essere quello considerare la sincronia come indicatore di ordine ed il caos come indicatore di disordine. Infatti in termini generali la parola caos indica uno stato di totale disordine ed effettivamente questo termine è stato associato a tutti quei problemi incomprensibili di natura non lineare.

In questa sede ci si riferisce alla cosiddetta seconda fase della *teoria del caos* grazie alla quale fu fatta chiarezza sul fatto che la transizione di un sistema da un comportamento regolare ad uno caotico è regolata da alcune leggi universali. Si tratta di quella teoria che si occupa di studiare tutti quei fenomeni fortemente dipendenti dalle condizioni iniziali, che si trovano a metà tra l'ordine e il disordine e mostrano una evoluzione di tipo erratico secondo una traiettoria consecutiva di punti di instabilità o «punti di biforcazione» (*bifurcation point*) che possono dar luogo ad ogni istante ad una possibile deviazione da tale traiettoria. Questo significa che è possibile prevedere nel breve periodo l'evoluzione del sistema mentre è impossibile farlo in relazione al lungo periodo a causa del cosiddetto «effetto farfalla» (*butterfly effect*). Tale concetto sintetizza l'idea che in un sistema caotico anche piccolissime perturbazioni evolvono con velocità esponenziale tanto da impedirne le previsioni a lungo termine ed il termine deriva da un discorso di Edward Lorenz intitolato *Prevedibilità: il battito d'ali di una farfalla in Brasile provoca un tornado nel Texas?*⁵⁴ Questo concetto in realtà è molto intuitivo in quanto è possibile osservare è l'esperienza di tutti i giorni come anche piccoli mutamenti possono fare una grande differenza tanto da innescare eventi o catene di eventi incontrollabili ed imprevedibili. Ciò che mette in evidenza la *teoria del caos* è che ciò vale sia per sistemi molto complessi che per sistemi molto semplici.

In realtà la teoria del caos ha permesso di fare luce su alcune questioni irrisolte della sincronia e viceversa. Tale complementarità è emersa nel momento in cui si è scoperto che anche il caos è capace di sincronizzarsi attraverso l'applicazione della teoria nel campo della trasmissione di segnali nelle telecomunicazioni (Pecora, Carrol, 1990).

Sincronia e periodicità

In passato la sincronia era sempre stata associata alla ritmicità in quanto i due fenomeni sono strettamente correlati: un fenomeno è definito ritmico se si ripete ad intervalli regolari di

⁵⁴ discorso tenuto in occasione dell'assemblea annuale della American Association for the Advancement of Science tenutosi a Washington il 29 dicembre 1979.

tempo; due fenomeni si definiscono sincronici se avvengono simultaneamente. La confusione è giustificabile in quanto molti fenomeni sincronici mostrano un comportamento ritmico.

La scoperta del caos sincronizzato ha permesso di chiarire che il concetto di sincronia non coincide necessariamente con quello di periodicità nel senso che nel momento in cui si verifica la sincronia è possibile identificare un determinato periodo di oscillazione ma non è detto che esista un ritmo prestabilito tra un evento di sincronia ed un altro.

Il lato umano della sincronia

In questa sede ci interessa approfondire maggiormente gli aspetti legati alla sincronia della vita e cioè quelli che è possibile osservare facilmente quando degli esseri umani si ritrovano a ballare e cantare suonare o battere le mani all'unisono. In questi casi appare intuitivo come la sincronia emerga dallo scambio reciproco di informazioni che può avvenire in una situazione apparentemente confusa, senza la presenza di un elemento ordinatore centralizzato, e che dà vita a strutture ordinate.

Il fenomeno della sincronia è descrivibile secondo un modello nel quale un'organizzazione di tipo centralizzato rappresenterebbe una debolezza troppo grande per la sopravvivenza dell'intero sistema: un solo leader può operare male o morire facendo crollare l'intero sistema. "Questo sembra riguardare grandi popolazioni di entità individuali e ritmiche che lasciano partire impulsi istantanei, i quali perturbano con violenza i ritmi delle altre entità del proprio gruppo, accelerandole rallentando in base a precise regole". (Strogatz, 2003; p.27).

Lo studio della sincronia si occupa di tutti quei fenomeni che coinvolgono degli attori collegati fra loro a formare le reti complesse e che danno luogo a fenomeni emergenti di auto-organizzazione.

Ciò che si ritiene più affascinante della sincronia sono gli studi relativi alla sincronia comportamentale umana e cioè tutti quei fenomeni di contagio sociale che sono alla base delle mode passeggiere e che possono essere utilizzati per gli scopi di questa

ricerca. Il ragionamento parte ancora una volta dalla osservazione di fenomeni reali e che interessano il comportamento non solo di gruppi numerosi di persone ma anche gruppi più ristretti. Un esempio può essere ciò che si osserva durante una gara di corsa prolungata oppure delle gare di ciclismo. I partecipanti non si distribuiscono mai uniformemente su tutto il percorso ma tendono a trovare una sorta di stato di equilibrio durante il quale una considerevole parte di loro viaggia alla stessa velocità formando un gruppo omogeneo. In termini di oscillatori accoppiati tale stato di equilibrio viene definito come uno «stato sincronizzato». Ma questo esempio è solo parziale. Per lo scopo della ricerca infatti è molto più utile considerare eventi di tipo emozionale nel quale intervengono pesantemente quella dimensione psicologica della sincronia che si manifesta primariamente a livello individuale. A livello sociologico questo approccio viene utilizzato per analizzare attraverso l'uso delle reti complesse e semplici modelli che descrivono le dinamiche alla base del fenomeno dell'applauso sincronizzato, dello scatenarsi di sommosse, della nascita e scomparsa delle manie passeggiere, della diffusione delle innovazioni tecnologiche.

Applicazioni interessanti per la *Gioco/Simulazione Urbana* sono anche quegli studi che si occupano di spiegare come il comportamento competitivo di una massa di persone possa in realtà portare involontariamente ad un comportamento globale di tipo cooperativo ribaltando qualsiasi previsione intuitiva.

Per quanto esposto la domanda fondamentale che gli studi di sincronia si pongono, ossia *sotto quali condizioni una popolazione di oscillatori inizierà ad oscillare in sincronia*, viene qui riformulata con lo scopo di comprendere *sotto quali condizioni un insieme di attori/agenti coinvolti in una simulazione interattiva iniziano a costruire un accordo su questioni rilevanti* e a mostrare dei comportamenti collettivi virtuosi e stabili nel tempo.

2.1.2 Reti di piccolo mondo (Small world networks)

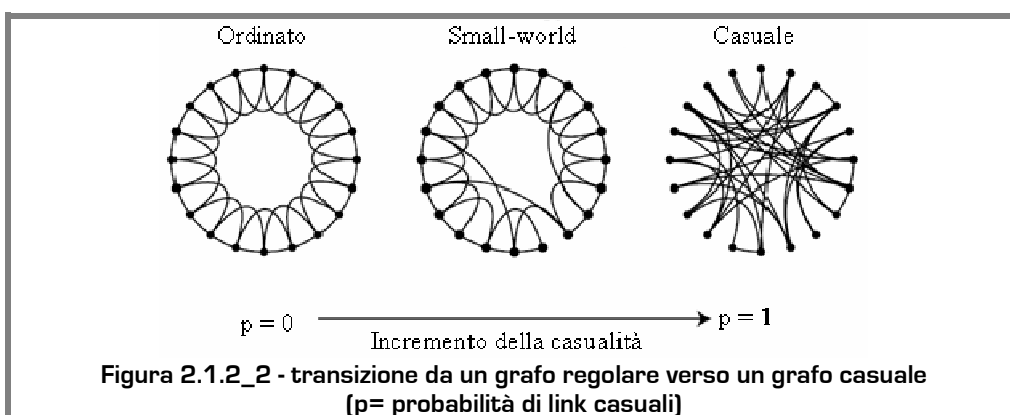
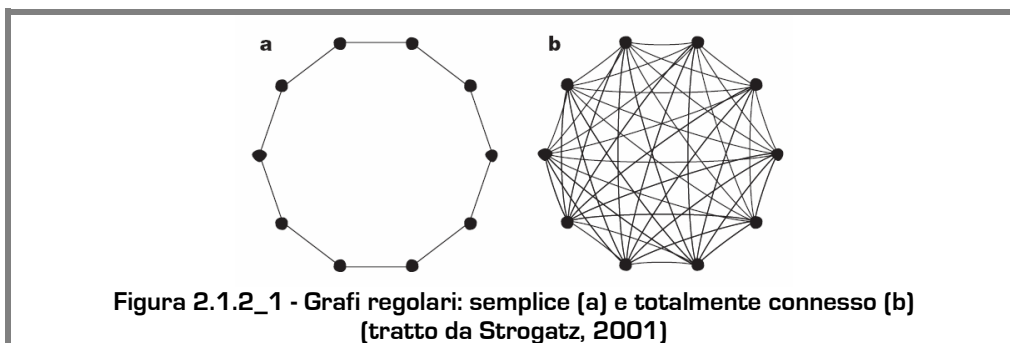
Duncan Watts, studiando il comportamento degli oscillatori accoppiati disposti in reticoli regolari monodimensionali, intuì che per comprendere il comportamento di un numero elevato di elementi facenti parte di una rete è necessario comprenderne la struttura delle connessioni; parafrasando Bateson potremmo dire che è necessario spostare lo sguardo su “la struttura che connette”. Può essere considerato intuitivo pensare che i processi di diffusione di informazioni o delle epidemie in una rete sociale sono fortemente influenzati dalla relazione esistente tra struttura e funzione ricoperta da ciascun nodo, tanto più se consideriamo le reti sociali come dei sistemi complessi e dinamici nei quali ogni elemento della rete può subire mutamenti nel tempo. Ma questo modo di pensare era in contrasto con la tendenza dei teorici che hanno sempre eluso la questione della connettività utilizzando solo modelli di reti regolari o totalmente casuali non per la loro aderenza ai sistemi reali ma perché più facili da analizzare e trattare matematicamente (Watts, 1999).

La modellizzazione matematica del “problema small-world” rappresenta una situazione intermedia tra una rete casuale ed una regolare. Per rappresentare l'architettura di una rete intermedia sono necessari due concetti statistici: la lunghezza media del percorso tra due nodi, ossia il grado di separazione, e il clustering o addensamento locale. La lunghezza media del percorso si calcola contando i passi della catena più breve che separa una coppia di nodi, poi si rifà il conto per tutte le altre coppie di nodi e si calcola la media delle lunghezze ottenute. La seconda grandezza fornisce il valore medio di sovrapposizione tra i nodi di una rete ed è identificata dalla probabilità che due nodi connessi ad un nodo comune siano anche connessi l'uno all'altro: dal punto di vista sociale rappresenta la probabilità che due persone che hanno un amico comune siano a loro volta amici. La lunghezza media del percorso dipende dal modo in cui l'intera rete è connessa fornendo una misura di quanto sia estesa, ma non esiste nessun dato che

localmente possa fornire informazioni su di essa. Il clustering, al contrario, fornisce informazioni sulla struttura locale (Watts, 1999).

All'inizio della metamorfosi tra una rete casuale ed una regolare le poche connessione casuali esistenti agiscono come scorciatoie tra nodi lontani posti anche a notevole distanza. L'attivazione di queste scorciatoie scatena un potente effetto non lineare per cui questi punti uniscono non solo due nodi lontani ma addirittura interi "mondi" lontani. Inserendo poche scorciatoie si riducono drasticamente le dimensioni del mondo mentre il valore del clustering rimane pressoché costante. Dunque la transizione da una rete casuale ad una *rete di piccolo mondo* è praticamente impossibile da percepire a livello locale contrariamente a quanto accade nelle reti casuali o totalmente ordinate nelle quali dimensioni e addensamento locale procedono di pari passo.

Le reti di piccolo mondo sono caratterizzate, dunque, dall'aver contemporaneamente una dimensione relativamente piccola, misurata come distanza media tra i nodi della rete (*average path length*), ed un elevato addensamento locale (*clustering*).



Tali reti intermedie vengono definite reti di piccolo mondo facendo riferimento al campo delle relazioni umane nelle quali pur facendo parte di gruppi ristretti siamo connessi a persone sconosciute attraverso percorsi straordinariamente brevi garantiti dalle nostre conoscenze personali.

Il modello è stato testato empiricamente anche su quattro casi di comportamento di sistemi dinamici.

Nel primo caso viene applicato un modello epidemico di diffusione di una malattia all'interno della rete. Il secondo caso è relativo alla simulazione del gioco del Dilemma del Prigioniero reiterato. Scopo del gioco è di massimizzare il punteggio totale derivante dal comportamento dei giocatori. I giocatori corrispondono ai vertici della rete e possono scegliere di cooperare o di competere con gli altri nodi della rete ottenendo in questo secondo caso un maggior "guadagno" se gli altri decidono di cooperare. Il terzo caso è relativo alla verifica su un automa cellulare: partendo da una configurazione nella quale ciascun nodo della rete può essere "acceso" o "spento", il problema è di costruire una regola locale di tipo dinamico che porti il sistema ad uno stato nel quale le celle sono o tutte accese o tutte spente a seconda che nello stato iniziale siano presenti più celle accese o celle spente. Il quarto caso è relativo ad una simulazione nella quale i nodi della rete sono degli oscillatori accoppiati che tendono a sincronizzarsi come risultato di deboli interazioni che si verificano tra i nodi lungo le connessioni.

Nel primo caso le evidenze empiriche mostrano che la topologia della *rete di piccolo mondo* facilita la diffusione delle malattie in quanto è caratterizzata da una bassa soglia epidemica⁵⁵ (*epidemic threshold*) che tende ad abbassarsi più che progressivamente all'aumentare delle «scorciatoie comunicative» (*shortcuts*). Generalizzando questo risultato nel caso della trasmissione di informazioni si può dire che in una rete di piccolo

⁵⁵ Tale soglia è di fatto un valore statistico e corrisponde al valore critico della probabilità p che un dato individuo possa essere contagiato da un altro individuo infetto

mondo è possibile raggiungere con maggiore facilità le persone incluse nella rete.

Nel secondo caso l'evidenza empirica mostra che le *reti di piccolo mondo* sembrano essere meno efficienti rispetto ad una topologia di grafo regolare.

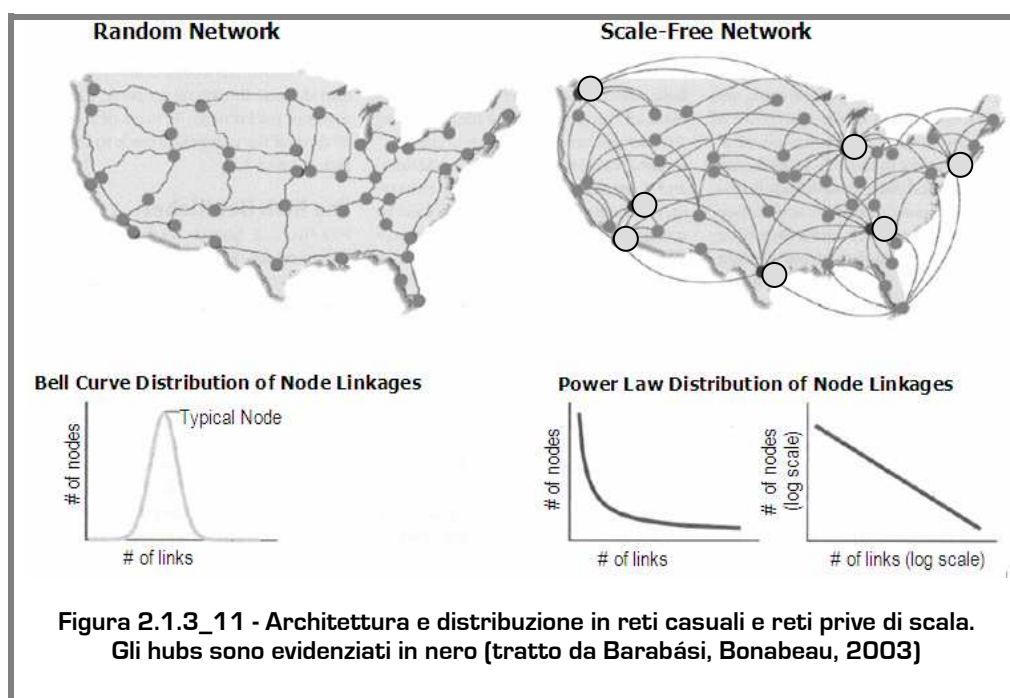
Nel terzo e nel quarto caso le evidenze empiriche mostrano che la topologia di rete di piccolo mondo determina una più veloce sincronizzazione rispetto ad un reticolo regolare.

Per ricollegare il discorso alla sincronia è interessante notare che gli oscillatori accoppiati in una rete di piccolo mondo si sincronizzano più prontamente di quanto non farebbe una tradizionale rete dotata di una struttura regolare, cioè le scorciatoie diventano dei canali di comunicazione ad alta velocità che permettono il rapido diffondersi attraverso l'intera popolazione di mutue influenze. E questo a costi minori rispetto al caso in cui ogni oscillatore venisse collegato direttamente ad ogni altro.

2.1.3 Reti ad invarianza di scala (Scale-Free Networks)

Una distribuzione viene definita ad «invarianza di scala» quando essa non è dominata da un'unica scala rappresentativa, al contrario del caso classico, in cui, invece, il valore medio determina una scala caratteristica cioè una dimensione tipica per i membri della popolazione nel suo complesso come può essere l'altezza media degli individui.

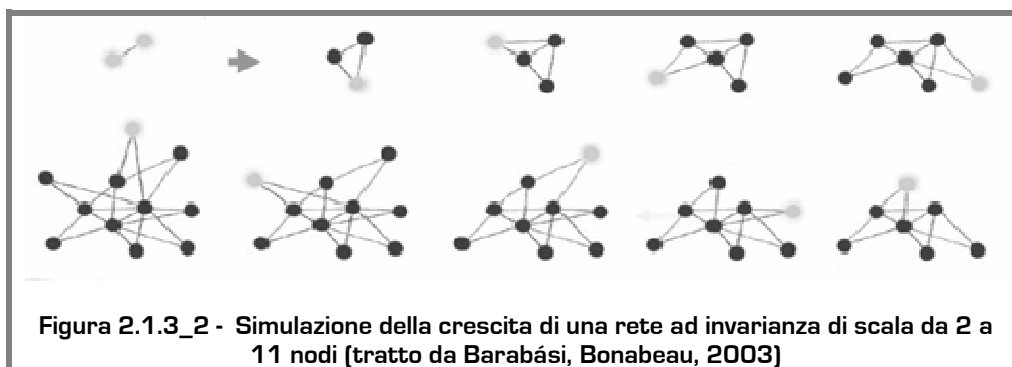
Tali reti crescono mediante l'aggiunta di nuovi nodi secondo una legge esponenziale (*power law*) tale che la probabilità di un nodo di avere un numero k di connessioni è $P(k) \sim k^{-\gamma}$ con $\gamma \sim 2,2$. Questa particolare condizione è descritta da una curva con una coda lunga che da un certo punto in poi si assottiglia (Cfr. figura 2.1.3_1). Tale meccanismo di crescita è regolato da un fenomeno definito dell'«accoppiamento preferenziale» (*preferential attachment*) secondo il quale i nuovi nodi preferiscono collegarsi a quei nodi che già possiedono un elevato numero di connessioni (*hub*).



Reti diversissime fra loro mostrano le stesse tre tendenze: catene brevi, elevati valori di addensamento locale e distribuzioni dei collegamenti secondo una legge esponenziale:

“Negli ultimi cinque anni, i nuovi concetti di reti di piccolo mondo e delle reti prive di scala hanno innescato l'esplosione di studi empirici volti a dissezionare la struttura delle reti complesse. In tutta una serie di casi diversi, quando si rimuove lo strato epidermico, dall'interno appare sempre la stessa struttura scheletrica. L'ossatura di Internet e il cervello dei primati? Due piccoli mondi. E piccoli mondi sono anche le reti alimentari di specie di predatori e prede, il reticolo di reazioni metaboliche che avvengono nella cellula, i consigli d'amministrazione interconnessi delle 1000 società americane più importanti secondo la classifica pubblicata dalla rivista Fortune, persino la struttura della lingua inglese. E nella maggioranza dei casi, benché non in tutti, queste reti sono anche prive di scala [...]”. (Strogatz, 2003; p.327)

Il modello ad invarianza di scala però non aiuta di per se a comprendere il fenomeno per cui, nella realtà, nuovi nodi appena affiliati alla rete sono capaci di acquisire in poco tempo un alto numero di link assumendo il rango di hub a scapito di altri hub più “vecchi”.



Bianconi e Barabási (2001) hanno introdotto una spiegazione a tale comportamento con il cosiddetto «modello a fitness» (*fitness mode*) che presuppone un comportamento competitivo tra i nodi che formano la rete. Nelle reti sociali gli individui mostrano abilità diverse nel fare nuove conoscenze e nello stringere amicizie così come pure è senz'altro diverso il potenziale delle diverse aziende di attirare e mantenere più clienti rispetto ai concorrenti. Questa caratteristica, definita *fitness*, fornisce la misura dell'abilità competitiva di ogni nodo. Ogni nuovo nodo prima di connettersi alla rete valuta il prodotto tra il valore del parametro di fitness ed il grado di ciascun nodo disponibile scegliendo il nodo che in quel momento offre il prodotto più alto. Tra due nodi con eguale numero di link prevale quello con una maggiore *fitness* mentre a parità della stessa prevale il nodo presente da più tempo.

Rispetto a tale modello di formazione e crescita si possono individuare due soluzioni maggiormente interessanti: quelle nelle quali la competizione non incide significativamente e quelle nelle quali la competizione porta il nodo più forte a vincere e ad aggiudicarsi tutti i link. Nel primo caso si ha una topologia ad invarianza di scala mentre nel secondo caso la rete evolve verso una topologia a stella (*star-network* nel caso delle reti di Baran (1964) o *ego-centered network* nel caso di Granovetter(1973).

2.1.4 Robustezza, ridondanza, resilienza, ricercabilità, feedback (4r e una f)

Le caratteristiche principali che aiutano a descrivere e comprendere il comportamento di una rete sono la «robustezza» (*robustness*), ossia la sua capacità di mantenere la maggioranza dei collegamenti tra i nodi rispetto ad “attacchi” da parte dell’esterno; la «ridondanza», ossia la presenza di un numero sovrabbondante di nodi rispetto a quello minimo necessario per le normali funzionalità della rete; la «resilienza» (*resilience*), ossia la sua capacità di modificare leggermente la sua topologia in risposta a degli stimoli provenienti dall’esterno mantenendo pressoché intatte le sue caratteristiche.

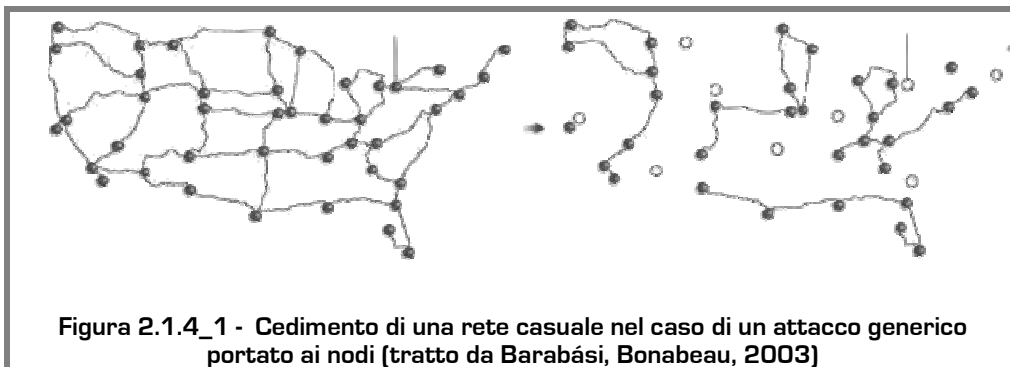
Mentre le prime tre sono delle caratteristiche che possono valutate a diversi gradi in tutti i modelli di rete, la «ricercabilità» (*searchability*), ossia la possibilità di trovare un nodo sconosciuto a partire da un nodo qualsiasi sia con una strategia “a tappeto” (*broadcast search*) che “diretta” (*direct search*), è una caratteristica tipica delle reti sociali⁵⁶.

⁵⁶ Durante la trasmissione di una informazione seguendo la modalità a tappeto (*broadcast search*) un nodo contatta tutti i suoi vicini affinché facciano altrettanto finché l'informazione raggiunge il nodo giusto. Questa modalità porta velocemente la rete alla saturazione. Una modalità di trasmissione di tipo diretto (*direct search*), invece, tenderebbe ad occupare solo la catena di comunicazione effettivamente necessaria. Il limite fondamentale del modello di Watts e Strogatz consiste nel fatto che i singoli nodi della rete scelgono casualmente e uniformemente di riorganizzare i propri links in quanto ogni nodo ha eguale probabilità di venire scelto come nuovo vicino a prescindere dalla propria dislocazione all'interno del reticolo circolare. All'interno di una rete sociale reale quando uno dei componenti tenta di trasferire un messaggio ad una persona sconosciuta tenta di fare una ricerca di tipo diretto facendo delle inferenze in base alle proprie conoscenze. Si tratta di un modo per trovare una soluzione ad un problema globale, e cioè trovare la catena di comunicazione più breve, partendo da solo poche informazioni locali sulla struttura della rete. Kleinberg (2000) ha focalizzato la sua attenzione sul processo e la conseguente dinamica con la quale i soggetti facenti parte di una rete sociale di tipo *small-world* trovano delle connessioni veloci o «scorciatoie comunicative» (*shortcuts*). Il suo modello è basato su un reticolo bidimensionale nel quale sono presenti cinque nodi tutti connessi tra loro e nel quale è presente un unico collegamento casuale verso l'esterno. Il modello è spiegato da una legge esponenziale con esponente gamma. Quando l'esponente $\gamma=0$ tutti i contatti sono casuali e hanno la stessa probabilità. Al crescere del valore dell'esponente la probabilità che ad essere contattati siano i nodi più vicini cresce. Solo quando $\gamma=2$ la rete possiede quei cammini ottimali che i singoli nodi possono trovare veramente. In termini di ricerca, secondo questa condizione, una rete non egualmente connessa a tutte le lunghezze di scala non si presterebbe ad una ricerca di tipo diretto ma richiederebbe un approccio di tipo broadcast. Questo significa che non basta la semplice presenza di scorciatoie comunicative all'interno della rete affinché le stesse possano essere utilizzate in forma diretta (consapevole e deliberata). Esse devono contenere, in qualche maniera, delle informazioni essenziali relative alla struttura sociale sottostante. Le risultanze del lavoro congiunto tra Watts, Dodds e Newman (2002) sono in opposizione con le conclusioni di Kleinberg mostrando una sostanziale sovrapposizione con le evidenze empiriche di Milgram e affermando che la "ricercabilità" rappresenta una caratteristica generica delle reti sociali grazie alla caratterizzazione sociale dei suoi nodi

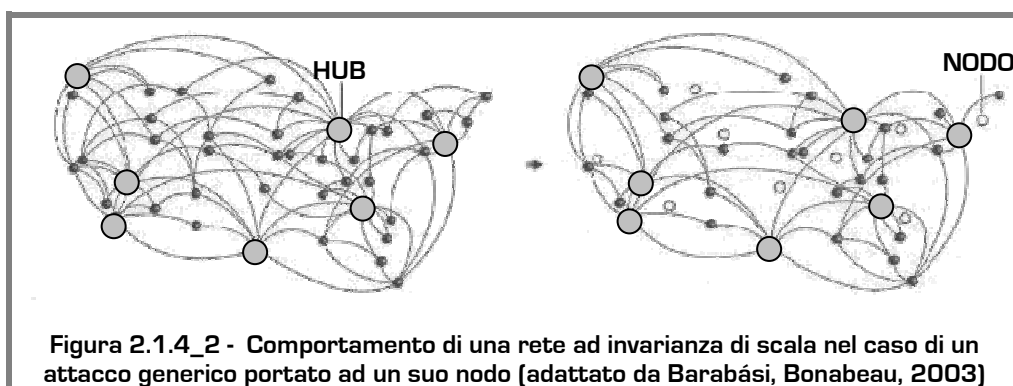
Insieme a queste quattro caratteristiche (che qui sintetizziamo come le “4r”) è necessario considerare il meccanismo del *feedback*, inteso come la capacità dei nodi di scambiarsi informazioni utili a preservare le caratteristiche della rete.

Le reti sono sempre state indagate in quanto riconosciute come modello ottimale per studiare la trasmissione delle informazioni e la robustezza delle stesse è sempre stata considerata una caratteristica fondamentale che discende dal grado di ridondanza delle stesse (Baran, 1964). Gli studi più importanti sono stati condotti sin dall’inizio per scopi militari o epidemiologici e i due approcci sono accomunati dal fatto che la robustezza delle reti viene sempre verificata rispetto al verificarsi di un pericolo esterno. Nel primo caso il pericolo è rappresentato da un nemico che ha lo scopo di distruggere le infrastrutture per le telecomunicazioni, mentre nel secondo caso il pericolo è un virus che si propaga infettando i nodi della rete.

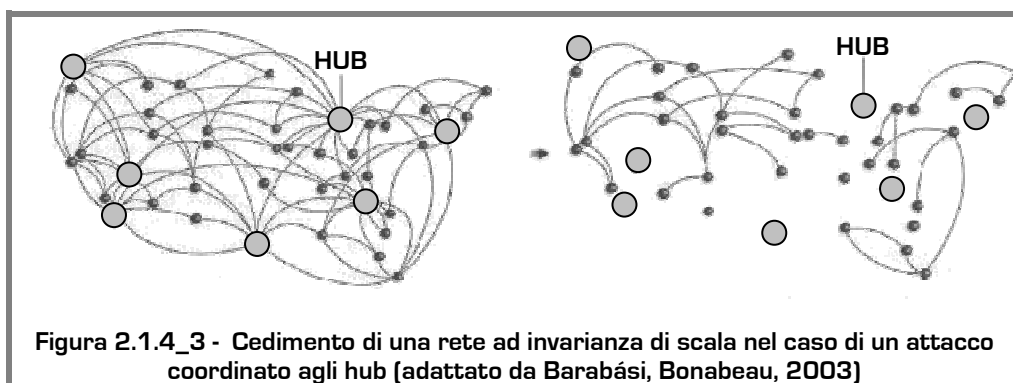
Le *reti ad invarianza di scala* si caratterizzano rispetto alle *reti casuali* per la loro topologia distribuita: eliminando anche un'ampia porzione di nodi la rete non si frantuma perché i percorsi eliminati possono essere sostituiti unendo i nodi sovrabbondanti.



La *ridondanza* delle connessioni tipica della topologia distribuita unita alla capacità di scambiare informazioni in maniera efficiente garantisce un altro grado di *resilienza* alle reti ad invarianza di scala in caso di defezione di alcuni nodi della rete.



Questa resistenza intrinseca ai cedimenti casuali è controbilanciata però da una vulnerabilità agli attacchi portati in forma coordinata contro gli hub. (Barabasi, Bonabeu, 2003).



Questo ultimo aspetto mette in rilievo la predominanza della funzione degli hub all'interno delle reti ad invarianza di scala non solo rispetto a qualsiasi tentativo e strategia di operare su questo tipo di reti ma soprattutto rispetto a quei fenomeni di contagio e diffusione che vengono studiati per comprendere i meccanismi di trasmissione di informazioni e comportamenti all'interno di gruppi sociali. Ma se gli studi di tipo sociale sono basati soprattutto su osservazioni empiriche dalla matematica biologica e dalla fisica provengono ora modelli analitici che confermano in parte tali studi fornendo la possibilità di estenderne ulteriormente la portata.

2.1.5 Contagio e diffusione: «soglia critica» e «punti critici»

Modelli matematici sulla diffusione

Una considerevole mole di studi empirici è dedicata alla verifica del comportamento dei modelli di diffusione virale applicati su di una popolazione omogenea. In tali studi la dinamica di diffusione del contagio viene considerata casuale come se si considerasse la popolazione alla stregua di molecole di gas all'interno di un contenitore. In particolare vengono utilizzate diverse varianti di due modelli generali noti con gli acronimi «SIS» e «SIR».⁵⁷ Nel modello «SIS» [*Susceptible-Infectious-Susceptible*] vengono considerate due categorie: il numero degli individui *suscettibili* di essere contagiati ed il numero degli individui *infetti* che una volta guariti tornano ad essere suscettibili di ammalarsi. Nel modello «SIR» [*Susceptible-Infectious-Removed*], maggiormente applicato, vengono considerate tre categorie: il numero degli individui *suscettibili* di essere contagiati, il numero degli individui *infetti* ed il numero di individui che dopo essere guariti diventano immuni e vengono *rimossi* dalla popolazione totale.

Entrambi i modelli variano in base a due parametri detti “tasso di infettività” e “tasso di guarigione” e si differenziano per il fatto che nel modello SIS è presente un termine aggiuntivo che reintroduce il numero di soggetti guariti nel numero di quelli suscettibili.

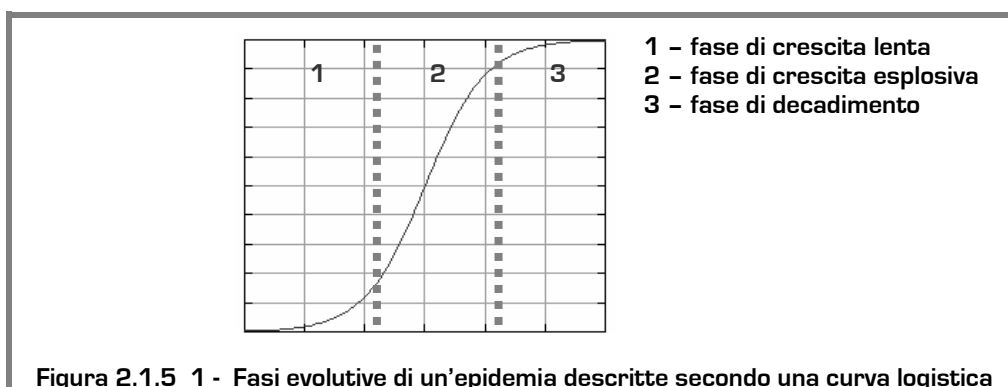
⁵⁷ Sia x il numero di soggetti infetti e y il numero di soggetti suscettibili. Il «tasso di infettività» α è dato dal rapporto tra il numero di soggetti infetti e il numero di incontri tale che $\alpha = x/n \cdot \text{incontri}$ mentre il «tasso di guarigione» β è dato dal rapporto tra il numero di soggetti guariti (z) e il numero di soggetti infetti tale che $\beta = z/y$. Dunque la frazione degli infetti aumenta in ragione del prodotto αxy e diminuisce in ragione del prodotto βx .

In un'epidemia di tipo SIR, data una popolazione iniziale di N soggetti, l'accrescimento globale del numero di soggetti infetti è data dal binomio $\alpha xy - \beta x$. Mentre l'accrescimento dei suscettibili è data dal termine $-\alpha xy$. In un'epidemia di tipo SIS, l'accrescimento globale del numero di soggetti infetti è data dal binomio $\alpha xy - \beta x$. Mentre l'accrescimento dei suscettibili è data dal termine $-\alpha xy + \beta x$. I modelli citati sono rappresentati dai seguenti sistemi di equazioni differenziali:

$$\begin{array}{l}
 \text{[SIR]} \quad \left\{ \begin{array}{l} dx/dt = \alpha x(t) y(t) - \beta x(t) \\ dy/dt = -\alpha x(t) y(t) \\ x(t_0) = x_0 \\ y(t_0) = y_0 \end{array} \right. \\
 \text{[SIS]} \quad \left\{ \begin{array}{l} dx/dt = \alpha x(t) y(t) - \beta x(t) \\ dy/dt = -\alpha x(t) y(t) + \beta x(t) \\ x(t_0) = x_0 \\ y(t_0) = y_0 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Sono note in letteratura numerose varianti di questo secondo modello tra le quali la più semplice è quella di Kermack e McKendrick [1927] introdotta per spiegare la velocità di esplosione e spegnimento delle epidemie di Peste e Colera registrate rispettivamente a Londra (1665-1666) e Bombay (1906) e ancora a Londra (1865). Questo modello si basa sui seguenti assunti: popolazione costante (non sono previste nascite né morti dovute alla malattia o a cause naturali); il tempo di incubazione è istantaneo e la durata dell'infezione è uguale a quella della malattia; le caratteristiche della popolazione come l'età, la struttura sociale o l'eventuale distribuzione spaziale, non hanno influenza sul modello.

In base a tali assunti la probabilità che due soggetti appartenenti alle diverse categorie si incontrino è determinata solamente dalla numerosità della frazione degli *infetti* (I) e dei *suscettibili* (S). Una volta che il contagio ha avuto inizio il suo decorso segue un andamento spiegato da una funzione logistica che graficamente è rappresentata da una curva a "esse".

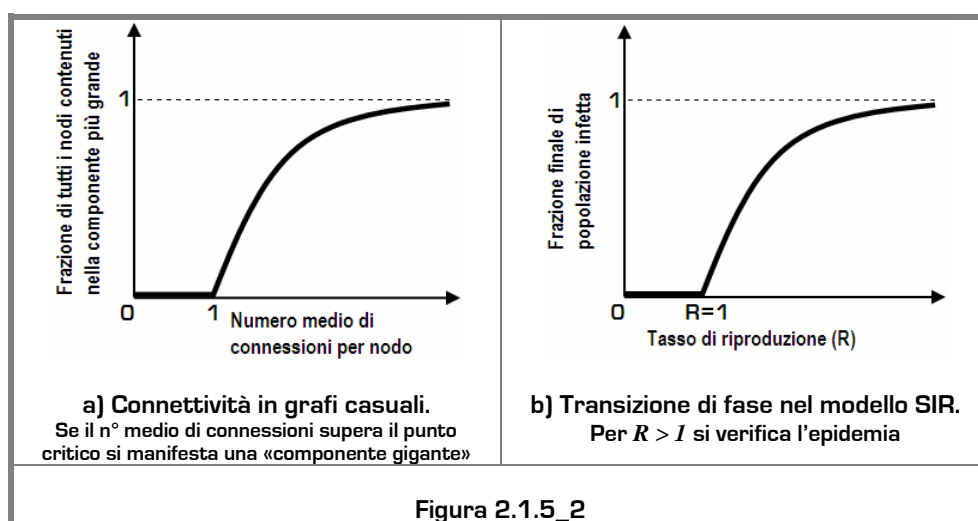


Nell'andamento di una funzione logistica ad una fase iniziale di crescita lenta ne consegue una di crescita esplosiva dimostrata dal repentino cambio di pendenza della curva fino ad arrivare ad un limite superiore rispetto al quale la situazione si stabilizza per poi lasciare spazio alla terza fase di decadimento. Le fasi sono legate al ribaltamento dei rapporti tra le due frazioni di popolazione: all'inizio

gli infetti sono meno dei suscettibili; col passare del tempo sempre più individui vengono contagiati e accrescono la numerosità della frazione di popolazione infetta; quando la numerosità delle due frazioni di popolazione tende ad equivalersi la probabilità di un individuo suscettibile di essere contagiato è massima; questa condizione innesca l'esplosione del contagio durante il quale la frazione degli infetti cresce fino a ribaltare il rapporto di numerosità rispetto ai suscettibili raggiungendo il limite superiore che decreta la fine dell'epidemia. Questa dinamica vede nel «tasso di crescita» iniziale del contagio e nel «tasso di riproduzione» (R) ossia il numero medio di nuovi infetti generati da ciascun individuo precedentemente infetto, i parametri fondamentali. La condizione matematica per lo sviluppo dell'epidemia si ha per $R > I$: ossia il superamento della «soglia epidemica». Watts [2003] mette in evidenza che

“Nelle reti casuali, la «soglia» epidemica è analoga al «punto critico» superato il quale i nodi si addensano a formare una «componente gigante» [...] il «tasso di riproduzione» è dal punto di vista matematico identico al numero medio di nodi vicini [...] e la numerosità della frazione infetta della popolazione, come funzione del «tasso di riproduzione», è analogo alla dimensione della «componente gigante» (p.173)

Se da un punto di vista epidemiologico per evitare lo scoppio dell'epidemia si tratta di fare in modo che il «tasso di crescita» non superi la «soglia epidemiologica» o «punto critico» (cioè deve essere verificata la condizione $R < I$), in termini di diffusione del comportamento collaborativo si ribalta il ragionamento e ciò che interessa è conoscere il valore esatto della soglia nel particolare contesto e fare in modo di superarla affinché il “contagio positivo” si manifesti.



Implicazioni nel campo degli studi sociali

Gli studi di epidemiologia e quelli sulla diffusione delle informazioni e delle mode passeggiere in campo sociologico e del marketing concordano sul fatto che affinché il “contagio” possa verificarsi è necessario superare la cosiddetta «soglia critica» (*epidemic threshold*).

Sebbene già Rapoport (1953) si occupò della diffusione delle informazioni in popolazioni aventi determinate caratteristiche socio-strutturali, le ricerche più recenti sulle mode passeggiere si basano su un modello classico elaborato dal sociologo Mark Granovetter (1978) basato su una folla ipotetica di 100 persone all'interno della quale è possibile che si scateni una sommossa. L'assunto di base del modello è che la decisione di ciascuno di aderire o no alla sommossa è una variabile dipendente dalla scelta di tutti gli altri e che la stessa è distribuita su tutta la popolazione con una determinata curva di probabilità. All'interno di tale folla è possibile individuare i cosiddetti istigatori e coloro che, in base ad una soglia personale, possono essere trascinati nella rivolta. Le diverse varianti di tale modello permettono di dire che l'imprevedibilità di una folla è legata alle dinamiche interne determinate dalla particolare composizione della folla stessa.

Recenti studi di Watts (2002) prendono in considerazione un caso più realistico nel quale all'interno di un gruppo allargato le

scelte di un individuo sono influenzate da un sottoinsieme di amici e colleghi di lavoro e tale influenza è esercitata attraverso forme di interazione quali il passaparola. Ciò che interessa maggiormente in questo modello è che emerge un andamento generale per cui si manifestano due transizioni di fase in corrispondenza di altrettanti «punti critici». Quando il modello raggiunge il primo punto critico i vari gruppi tendono a riunirsi formando una maglia nella quale la trasmissione veloce delle informazioni facilita l'insorgere di vere e proprie “epidemie” di innovazione. Aumentando la connessione tra i nodi il fenomeno si amplifica fino ad arrivare al secondo punto critico nel quale si verifica come un effetto di diluizione e di perdita di intensità del fenomeno. Da questo punto in poi il sistema diventa estremamente imprevedibile ma stabile rispetto ai cambiamenti. Raggiunto tale secondo punto non è detto che non si possano verificare delle nuove epidemie di innovazione, ma in tal caso tendono ad essere più rare e capaci di raggiungere notevoli dimensioni.

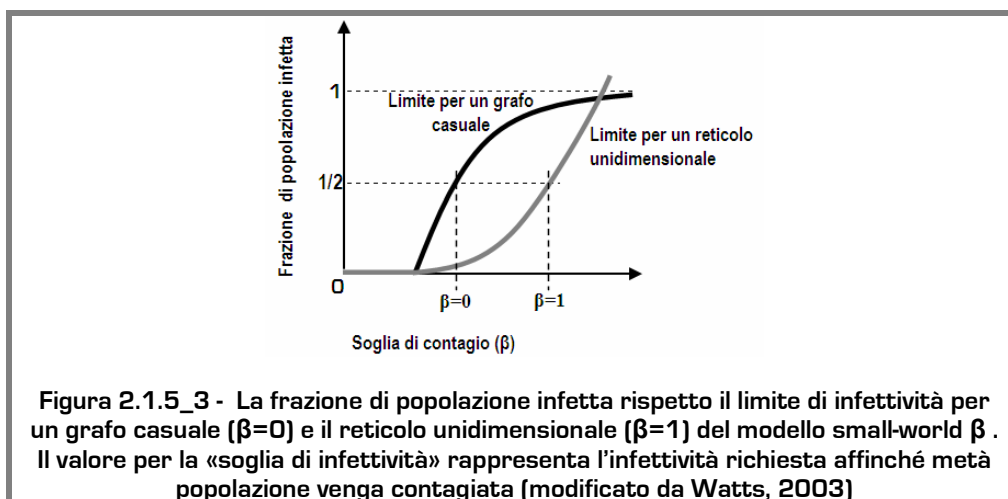
Il concetto di «numero critico» definito e studiato in sociologia [Grodzins, 1957; Shelling, 1971] per spiegare il fenomeno della fuga repentina da alcuni quartieri da parte dei bianchi al raggiungimento di un certo numero di abitanti di colore, trova conferma ed evidenza modellistica e matematica all'interno dello studio delle reti complesse nel concetto di «soglia critica».

Diffusione all'interno di *reti di piccolo mondo* e ad invarianza di *scala*

Watts (2003), rigettando l'ipotesi dell'interazione casuale tra i membri della popolazioni considerata nel modello SIR, ha verificato che in un reticolo mono-dimensionale, tipico di una *rete di piccolo mondo*, un gruppo di individui infetti che cresce può essere di due tipi: quelli che si trovano all'interno del reticolo e che non possono contagiare altri nodi e quelli che si trovano alla «frontiera» [*disease front*] e che dunque hanno una probabilità non nulla di venire a contatto con nodi suscettibili e dunque trasmettere il contagio. Per

cui non è solo la numerosità della frazione infetta di popolazione che conta, ma anche l'estensione del «fronte del contagio»; dunque il tasso di crescita pro-capite della popolazione infetta è destinato a decrescere con la diffusione del contagio. La stessa malattia che si diffonde in un reticolo mono-dimensionale anziché in una rete casuale tende ad infettare meno persone senza mostrare chiaramente alcuna «soglia epidemica» in quanto si rende difficile il calcolo del «tasso di riproduzione».

Considerando un sistema di assi cartesiani con in ordinata i valori delle frazioni infette della popolazione e le due curve limite di aumento della diffusione caratteristiche di un grafo casuale e di un reticolo mono-dimensionale.

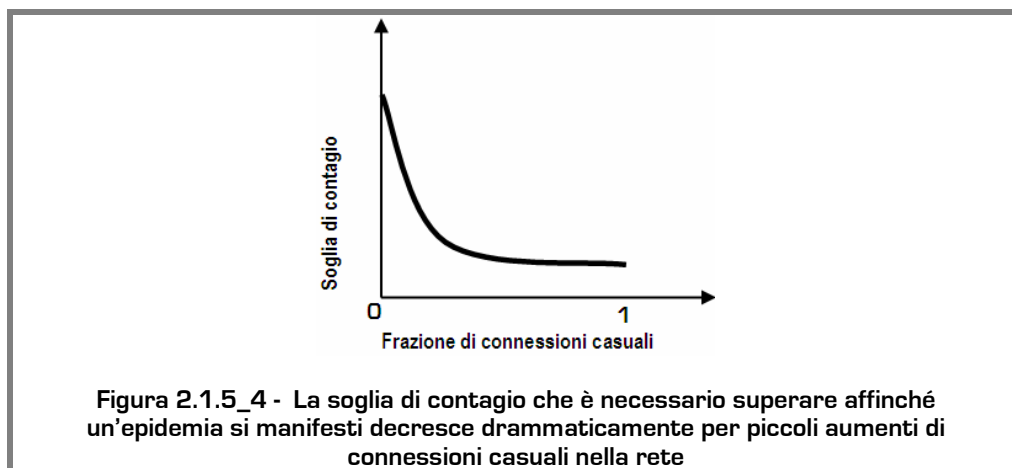


I punti di intersezione proiettati sulle ascisse individuano due valori limite $\beta=1$ e $\beta=0$ o «soglia di infettività». Nel caso di un *grafo casuale* standard, la variazione dei valori tra 0 e 1 ha una pendenza negativa a partire da alti valori di «soglia di infettività» corrispondenti a $\beta=0$ per poi proseguire verso un limite inferiore corrispondente a $\beta=1$. Ciò significa che la malattia deve essere molto contagiosa per infettare larga parte della popolazione, ma subito dopo la virulenza decresce rapidamente. Nel caso in cui il grafo rappresenta una *rete di piccolo mondo* si verifica che la malattia si diffonde per la scarsa informazione che i soggetti hanno di ciò che accade a livello globale

pur essendo localmente fortemente addensati e dunque fortemente esposti al contagio.

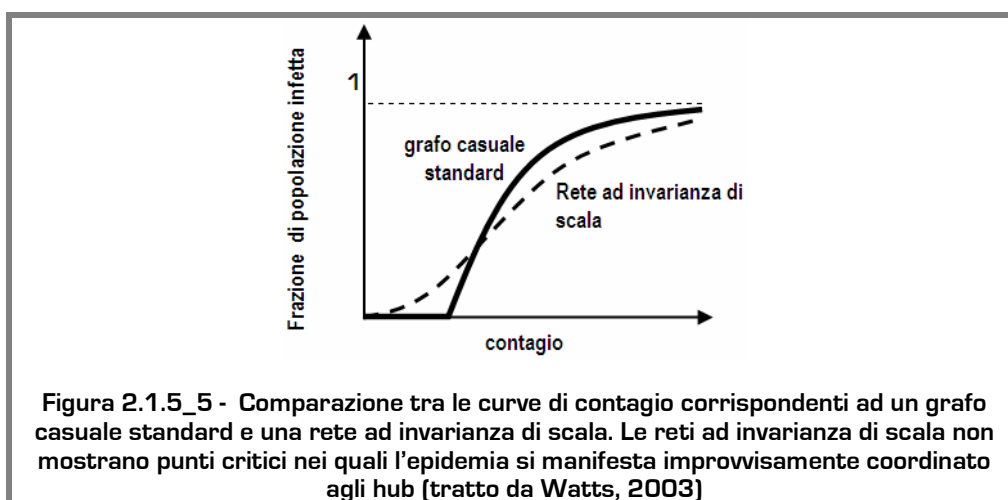
Ciò che emerge è che

“In una rete di tipo small-world la chiave per la crescita esplosiva di una malattia è rappresentata dalle scorciatoie comunicative. Le malattie non si diffondono efficacemente in strutture a reticolo, e sebbene le reti di tipo small world esibiscano importanti qualità dei grafi casuali, condividono con i reticoli la proprietà per cui localmente il maggior numero di nodi sono altamente connessi e addensati. Così localmente la diffusione di una malattia si comporta molto similmente come all'interno di un reticolo: gli individui infetti interagiscono soprattutto con individui già infetti prevenendo la possibilità che la malattia si espanda al resto della popolazione suscettibile. Solo quando il cluster della frazione di individui infetti raggiunge un collegamento veloce ad altri cluster si verifica il caso peggiore. Così diversamente dalle epidemie all'interno di grafi casuali le epidemie all'interno di reti di piccolo mondo devono sopravvivere prima ad una fase di crescita lenta durante la quale risultano molto vulnerabili. E più bassa è la presenza di collegamenti veloci e più a lungo durerà questa fase” (p.180-181)



Pastor-Satorras e Vespignani (2001) hanno messo in evidenza come il modello SIR non permette di spiegare correttamente la persistenza di alcuni virus informatici anche dopo numerosi anni dalla loro prima comparsa nel world wide web. Il loro studio mostra che quando un virus si diffonde all'interno di reti ad invarianza di scala la frazione di popolazione infetta tende a crescere

continuamente al crescere della infettività e ciò è dovuto al comportamento di pochi nodi capaci di garantire la persistenza a lungo termine dell'infezione. Questo è spiegabile in quanto all'interno delle reti ad invarianza di scala la maggior parte dei nodi hanno pochi contatti e intrattengono relazioni soprattutto con questi mentre un minor numero può vantare un nutrito numero di contatti rappresentabili, per esempio, con la lista degli indirizzi e-mail presenti all'interno del client di posta elettronica.



Il contributo della fisica: diffusione, percolazione

I fenomeni di diffusione delle epidemie, oltre ad essere affrontati da matematici e biologi viene affrontato anche dai fisici per spiegare una estesa serie di fenomeni nei quali si evidenziano dei drastici cambiamenti del sistema o transizioni di fase. La teoria generale che viene utilizzata è detta «teoria della percolazione» (*percolation theory*).

La spiegazione più semplice del fenomeno della percolazione è rappresentato dalla «gelificazione» delle cellule di un uovo quando viene sottoposto per un tempo prolungato ad un'alta temperatura assumendo la caratteristica consistenza solida. In termini generali si tratta dello studio delle cause che favoriscono il passaggio da un comportamento inizialmente disaggregato e casuale delle molecole ad uno collettivo che dà luogo ad una macrostruttura coerente attraverso una transizione di fase. La transizione di fase è

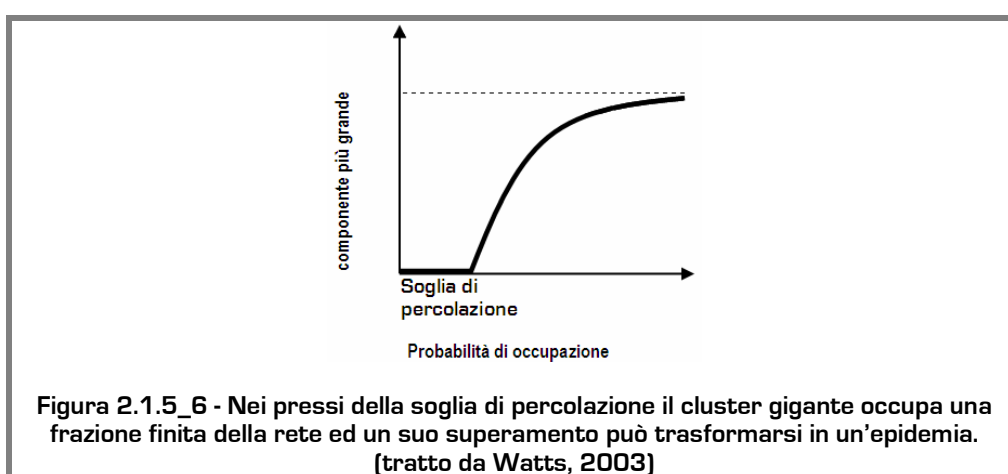
identificabile in un dato valore di probabilità che ne rappresenta la «soglia» critica. (Stauffer, Aharony, 1994)

Le analogie con lo studio dei grafi e dunque delle reti sono ancora più evidenti se si pensa alla terminologia. Gli elementi costitutivi di un grafo, vertici (*vertexes*) e nodi (*edges*), prendono rispettivamente il nome di «legami» (*bonds*) e «siti» (*sites*), mentre l'insieme di numerosi vertici e nodi chiamato componente (*component*) prende il nome di «grappolo» (*cluster*). Vengono distinti due tipi di percolazione a seconda che il grafo casuale venga ottenuto a partire dalla selezione dei nodi – *site percolation* – o a partire dalla selezione dei vertici – *bond percolation*. I siti e i legami che vengono selezionati sono definiti aperti (*open*) mentre gli altri sono detti chiusi (*closed*). (Bollobás, Riordan, 2006)

L'analogia è ancora più evidente se si considera una estesa popolazione di individui (*sites*) connessa ad un'altra attraverso una rete di legami (*bonds*) attraverso la quale potrebbe essere trasmessa una malattia. Ciascun sito connesso alla rete ha una probabilità di contrarre la malattia (*occupation probability*) e viene dunque selezionato (*open*) oppure no (*closed*) con una probabilità equivalente all'infettività della malattia. Partendo dalla fonte del contagio la malattia si diffonderà attraverso qualsiasi legame praticabile (*open bond*) passando da un sito suscettibile (*open site*) ad un altro fino a quando troverà legami aperti e siti suscettibili identificando un insieme (*cluster*) macroscopico.

In questo caso la probabilità che si sviluppi un'epidemia è legata alla esistenza di un insieme di siti suscettibili collegati tra loro da legami aperti (*percolating cluster*) sufficientemente esteso all'intera popolazione in assenza del quale si verificherebbero dei focolai che però rimarrebbero circoscritti. Il punto al quale corrisponde l'emergere dell'insieme macroscopico, definito percolazione, è analogo a quello identificato da Flory (1946) nella gelificazione dei polimeri ed è equivalente alla «soglia epidemica» del modello SIR superata la quale il «tasso di riproduzione» della malattia supera il valore uno; e per associazione al valore di transizione di un grafo casuale che mostra l'emergere di una «componente gigante».

Dal punto di vista grafico la curva che si ottiene è del tutto analoga a due già incontrate: quella tipica del modello SIR nella quale in ordinate si trovano i valori della frazione di popolazione infetta ed in ascissa il tasso di riproduzione della malattia (R); quella relativa alla variazione della connettività nei grafi casuali dove in ordinata si trovano i valori del numero di nodi che fanno parte della «componente gigante» (*giant component*) ed in ascissa i valori del numero medio di collegamenti presenti per ciascun nodo (Cfr. fig. 2.1.5_1)



La distanza che tipicamente copre una malattia prima di scomparire è detta lunghezza di correlazione (*correlation length*) e tale parametro inizia a divergere quando il sistema è entrato in uno stato critico nel quale anche una piccola perturbazione è in grado di propagarsi globalmente.

Nel caso delle *reti di piccolo mondo* la lunghezza di correlazione dipende dalla frazione delle connessioni casuali e dunque perfino una minima frazione di connessioni casuali è in grado di alterare drammaticamente la lunghezza di correlazione (Watts, 2003). Inoltre risolvendo il sistema in base alle condizioni nelle quali la lunghezza di correlazione diverge è possibile determinare la posizione del punto di percolazione e dunque individuare la «soglia epidemica» in maniera precisa. (Newman, Watts, 1999)

Naturalmente i modelli visti in precedenza hanno dei limiti evidenti e non sono scevri da critiche nel mondo scientifico soprattutto nei casi in cui la pretesa è quella di utilizzarli a scopi predittivi.

Ciò che appare più interessante è considerare che sia i virus biologici, che quelli dei computer cercano i nodi della rete da infettare attuando una strategia di tipo «broadcast» in quanto rappresentano la via più efficiente per trovare qualsiasi nodo a partire da uno qualsiasi diramandosi da qualunque nuovo nodo connesso verso ciascuno dei suoi nodi vicini non esplorati. Però l'efficienza di tale ricerca è maggiore quanto più il virus è capace di mantenere nello stato infetto l'ospitante e cioè quanto più è persistente⁵⁸. La persistenza è l'analogo di quanto è stato citato a proposito della durabilità delle reti intese come durabilità di un sistema sociale nel quale vengono attuati determinati comportamenti virtuosi.

⁵⁸ "Ebola è più efficiente dell'HIV dal punto di vista degli effetti ma è meno efficiente dal punto di vista della persistenza perché uccide in pochissimo tempo l'ospitante. Ed entrambi i virus HIV ed Ebola sono meno efficienti del virus dell'Influenza che non solo persiste per lungo tempo all'interno dell'ospitante, ma è anche capace di trasmettersi per via aerea" (Watts, 2003; p.166)

2.2. ALCUNI ESEMPI DI UTILIZZO DEL CONCETTO CLASSICO DI RETE

In forma del tutto generale, il progetto dello spazio fisico può essere considerato un esercizio che permette di prefigurare nuove configurazioni di una realtà socio-territoriale. Tale esercizio si svolge all'interno di processi comunicativi ed interattivi che si esplicano all'interno di un modello di interazione multi attore/ agente nel quale la qualità del progetto può crescere con il migliorare del comportamento organizzativo dell'intero sistema.

Nelle organizzazioni complesse si assume spesso la metafora della rete come paradigma comunicativo e di interazione ma in termini del tutto intuitivi e slegati da quelle che sono le teorie scientifiche sulle reti. Da un punto di vista operativo una rete può essere definita come una struttura dinamica intesa come aggregato complesso che per potersi innovare globalmente ha bisogno che i suoi nodi siano capaci di interagire tra loro e di portare piccole innovazioni locali che nel lungo periodo riescono a garantire la capacità di risposta del sistema alle sollecitazioni esterne.

Ma se la qualità della rete è data dalla qualità e dalla consapevolezza che i propri nodi manifestano nel comportamento organizzativo è necessario comprendere come è possibile migliorare la capacità dei nodi di interagire fra loro. Per affrontare l'argomento si ritiene utile esplorare alcuni casi relativi all'utilizzo delle reti dal punto di vista teorico e pratico nella pianificazione urbana, nella sociologia urbana e nella Gioco/Simulazione. Il primo caso è relativo ad un Master Plan per la riqualificazione delle aree della Philips nella città di Eindhoven, in Olanda (Branzi, 2006); il secondo illustra un modello di interazione di matrice sociologica di recente elaborazione chiamato modello "spazio-partecipazione" (Ciaffi, Mela, 2006); il terzo caso è relativo ad una *giocosimulazione* sviluppata ed utilizzata per analizzare e migliorare la gestione del processo di trasformazione in atto all'interno di una organizzazione considerata come sistema adattivo complesso (Klabbers, 2006).

2.2.1 Pianificazione Territoriale: il Master Plan per lo Strijp Philips ad Eindhoven

Questo primo esempio è relativo ad un meta-progetto che affronta il tema della dismissione delle industrie Philips in un'area di circa 982.000 m² localizzata ad Eindhoven, Olanda. In quest'area sono stati sviluppati e prodotti industrialmente la prima lampadina elettrica, il primo CD-ROM, il primo walkman. Dai primi anni '70 la quasi totalità della popolazione di Eindhoven era impiegata in questi stabilimenti fino al declino e alla conseguente delocalizzazione produttiva (Branzi, 2006).

Descrizione generale

Il progetto punta alla riconversione di tali spazi secondo un'idea di "metropoli genetica", un modello di città ideale culla di micro-iniziativa imprenditoriali diffuse, fortemente interconnesse tra loro e con il già presente substrato di creatività tecnologica, artistica e progettuale.

L'attivazione di un simile modello di città necessita la attivazione di intensi spazi relazionali. Per attivare tali spazi viene proposto un modello di urbanizzazione debole costituito da un mix urbano nel quale il territorio agricolo produttivo viene reso permeabile sia agli attraversamenti che all'insediamento di laboratori di ricerca, residenze, strutture per il commercio e il tempo libero che funzionano sinergicamente e mutano funzioni e dimensioni a seconda della richiesta del territorio. Una sorta di organizzazione complessa e resiliente sensibile agli stimoli interni ed esterni che attorno ad un nucleo di base è capace di adattarsi geneticamente al mutare del mondo circostante.

La metropoli genetica viene definita da Branzi come:

"... la metropoli dove le leggi biologiche della società si liberano, raggiungono il loro livello massimo di liquefazione, invadendo pienamente un'infrastruttura e dilagando fuori da ogni possibile forma progettata di contenimento, [e ancora] la visione di un territorio dentro il quale l'architettura non svolge più nessuna definizione di segmentazione permanente dello spazio, ma diventa il teatro di una vasta attività di modificazione elastica (cioè reversibile) dal basso

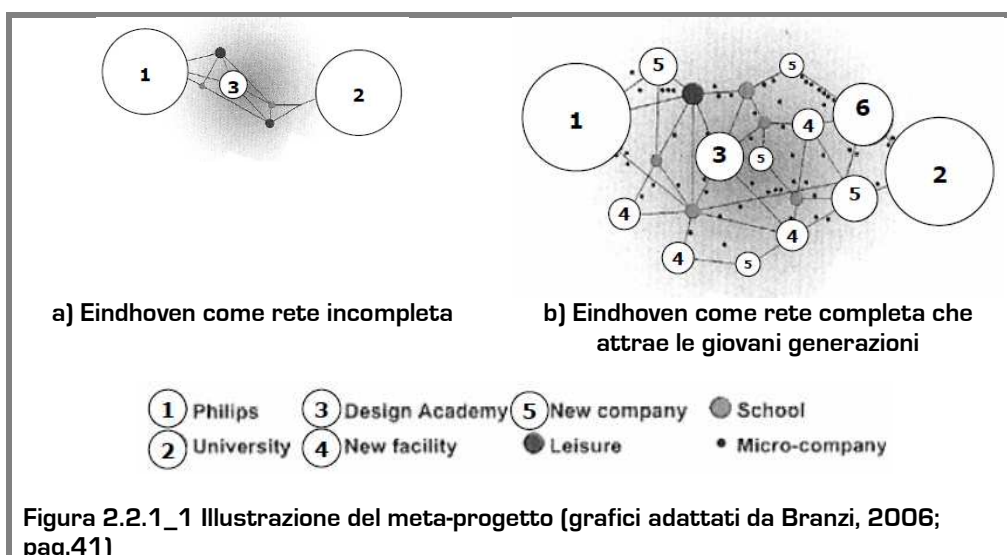
delle infrastrutture, dei servizi, ed è sotto-sistemi metropolitani". (Branzi, 2006; pag. 24)

Questa idea di metropoli dell'era informatica coniuga tecnologia e "territorio dell'umano" rappresentando lo spazio di relazione nel quale

"connettere il proprio Dna con quello degli affari, diffondendo il proprio gene in una rete fittissima di relazioni parentali e imprenditoriali" e fa riferimento all'etica delle reti informatiche che "ha insegnato l'esistenza di grandi vantaggi forniti dell'interconnessione sociale". (Branzi, 2006; pag. 24)

Utilizzo dei grafi per la descrizione delle dinamiche e della struttura organizzativa.

Il modello di interazione che sottende questo meta-progetto è basato sulla trasformazione di una struttura reticolare "incompleta" in una più ricca di "bio-diversità" sociale.



Commento all'uso delle reti nel caso specifico.

In questo caso la rete, la topologia ed il suo comportamento al futuro viene rappresentata dall'autore in funzione polarizzatrice in quanto i nodi rappresentano dei luoghi capaci di attrarre le giovani generazioni. La differenza grafica sostanziale tra i nodi della rete è il

diametro del nodo e la distribuzione spaziale all'interno dello schema.

Nella descrizione dell'autore non emerge alcun discorso topologico se non uno schema composto da nodi fisici che rappresentano molto di più che un semplice luogo. Da una lettura più approfondita della figura 2.2.1_1 traspare come i nodi rappresentino delle organizzazioni sociali e le relazioni tra i nodi i canali di interazione, che possono essere molteplici. Le relazioni disegnate possono essere interpretate da un punto di vista infrastrutturale come connessioni di una rete in fibra ottica o da un punto di vista più organizzativo come canali di comunicazione ed interazione.

Topologicamente, in base ai modelli di rete di Paul Baran visti precedentemente, le figure 2.1.1_a e 2.2.1_b rappresentano delle reti distribuite nelle quali emerge con chiarezza la presenza di alcuni nodi speciali ed in particolare: 1) L'Industria Philips; 2) L'Università; 3) l'Accademia di Progettazione. I tre nodi sono accomunati dal fatto che basano la loro esistenza sulla ricerca, applicazione e studio delle tecnologie. Nelle intenzioni progettuali la figura 2.2.1_b può essere letta come una rete di piccolo mondo nella quale i salti comunicativi tra i nodi permettono l'instaurarsi di dinamiche positive non lineari e non prevedibili che portano al continuo rafforzamento del sistema organizzativo. La crescita di questa rete, allo stesso tempo, può essere assimilata al «modello a *fitness*» (Bianconi, Barabasi, 2001) che spiega la crescita di una rete ad invarianza di scala.

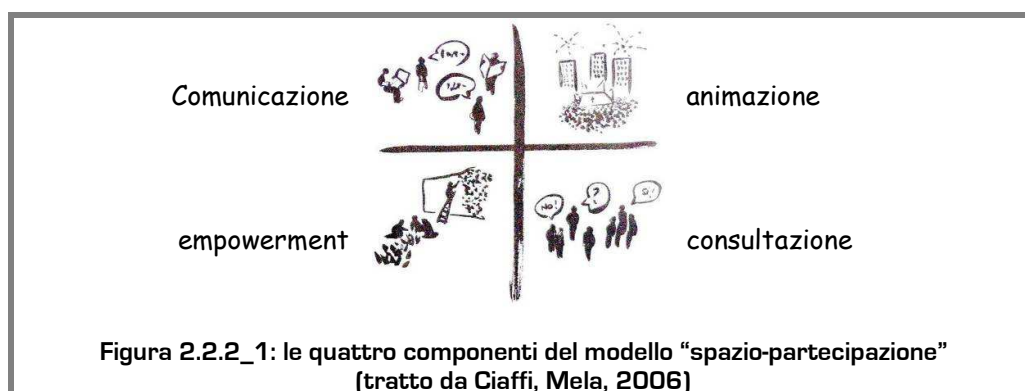
Questo modo di leggere gli schemi in figura 2.2.1_1 potrebbe incrementare le possibilità di elaborazione ulteriore del progetto che mette insieme architettura, urbanistica e sociologia urbana per il tramite della scienza delle reti complesse in quanto fornisce gli strumenti analitici ed operativi per agire sulla rete prevista e non solo tentare di prefigurarla.

2.2.2 Sociologia Urbana: il modello "Spazio Partecipazione"

Il modello "spazio-partecipazione" (Ciaffi, Mela, 2006) rappresenta uno strumento per rappresentare e valutare la qualità delle attività di partecipazione di una società locale nei processi di progettazione dello spazio urbano. La parte concettuale si colloca all'interno del filone di ricerca definito come «sociologia spazialista»⁵⁹.

Descrizione generale

Il modello "spazio-partecipazione" nasce dalla osservazione incrociata di alcuni elementi ricorrenti riscontrati in numerose esperienze di progettazione e rigenerazione urbana nel contesto europeo.

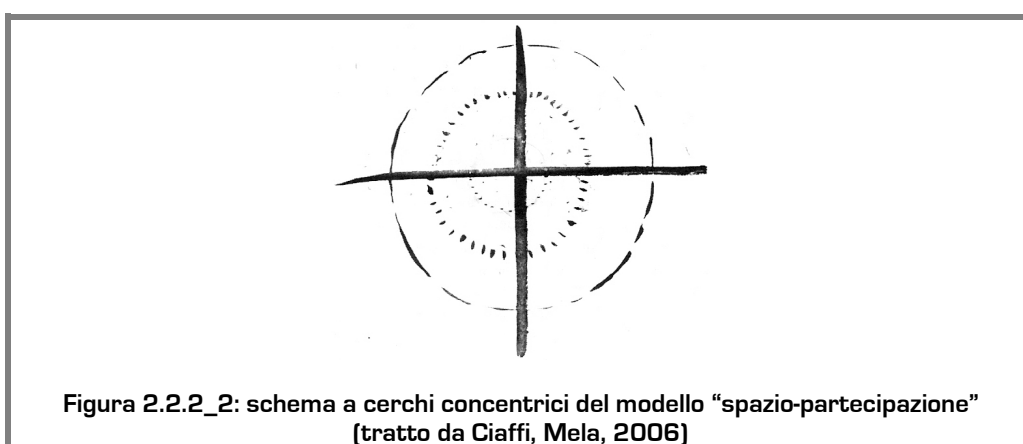


All'interno gli autori individuano quattro categorie di azioni attivabili all'interno di una società in base alla declinazione del verbo partecipare in: comunicare; animare; consultare; potenziare i poteri di rappresentazione e la capacità di fare dei cittadini (empowerment).

Tali "dimensioni della partecipazione" si differenziano tra loro in quanto comunicazione ed *empowerment* richiedono un impegno costante mentre le altre due, animazione e consultazione, dovrebbero essere utilizzate per dare spinta e rilanciare

⁵⁹ L'approccio sociologico di tipo spazialista tende a rovesciare quello classico considerando i fenomeni sociali come "[...] combinazione di un insieme di azioni e di esperienze posti in essere dalla combinazione di un insieme di azioni e di esperienze compiute da una molteplicità di attori, individualmente o collettivamente [...] nell'ambito di situazioni ben definite e inevitabilmente connotate da riferimenti spaziali e temporali" (Mela, 2006; p.253)

continuamente il processo. Esse vengono situate in uno spazio di relazione a cerchi concentrici (figura 2.2.2_2) proprio della letteratura della *psicologia di comunità* che vede nel cerchio più interno, dove si situano le relazioni dell'intimità familiare descrivibile, lo spazio privato; un cerchio intermedio dove si situano le relazioni di parentela e amicizie, lo spazio pubblico locale; ed, infine, un terzo cerchio esterno ai primi due all'interno del quale si localizzano le relazioni con il "resto del mondo", lo spazio pubblico sovra-locale. (Ciaffi, Mela, *op. cit.*)



Il cerchio più interno comprende i luoghi dove si svolge la vita intima dell'individuo (la propria casa, per esempio) ma vengono incluse anche strutture residenziali e semiresidenziali per adulti come comunità di assistenza o di accoglienza. Il cerchio intermedio comprende i luoghi pubblici percepiti come familiari che vengono frequentati regolarmente e che possono essere anche distanti dalla propria abitazione. Il terzo cerchio comprende quegli spazi pubblici conosciuti bene, marginalmente o addirittura sconosciuti e che comunque non sono percepiti come *propri o familiari*. L'insieme dei luoghi che fanno parte dello spazio esperienziale e di relazione di un individuo dilatano il concetto di locale affrancandolo dal vincolo di prossimità. Ciò significa che è la qualità delle relazioni affettive e di appartenenza di un individuo rispetto ad un luogo che delimitano e danno forma allo spazio del locale e che la qualità delle relazioni non è una variabile strettamente dipendente dalla distanza fisica. (Ciaffi, Mela, *op. cit.*)

È importante notare come questo modello, mettendo in relazione azione, individui, relazioni sociali e spazio di vita, presenti evidenti punti di connessione con il concetto di città genetica nel suo tentativo di mettere insieme principi di interazione sociale, modificazione dello spazio ed ecologia riconoscendo la città come sistema di scambio e relazione, come “struttura che connette”.

Utilizzo dei grafi per la descrizione delle dinamiche e della struttura organizzativa.

Gli autori non fanno particolare riferimento alle implicazioni che le connessioni e le relazioni tra spazio e individui hanno all'interno dei tre cerchi concentrici. Dunque, pur essendo evidente, non emerge l'aspetto connettivo e reticolare.

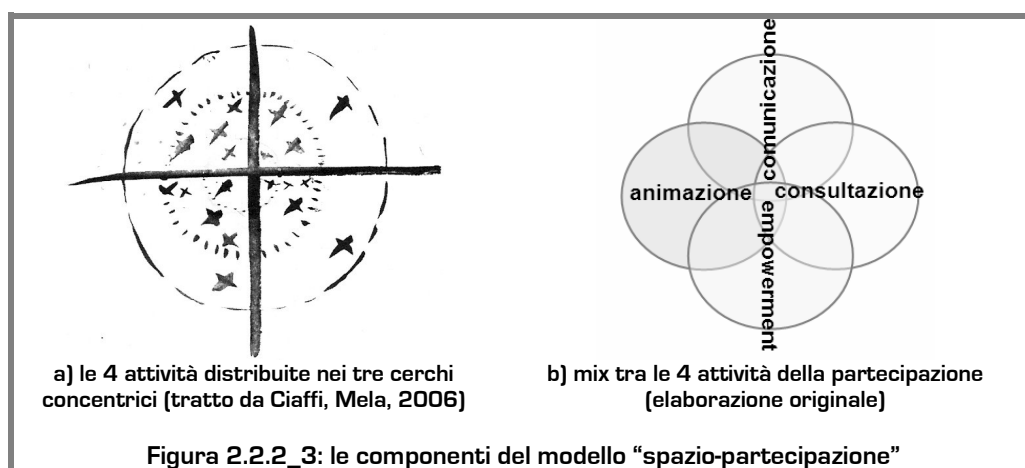


Figura 2.2.2_3: le componenti del modello “spazio-partecipazione”

Inoltre non emerge la relazione specifica tra le quattro categorie di azioni ma esse vengono distribuite nei tre cerchi (figura 2.2.2_3a). anche se presentano per loro natura confini sfumati e la possibilità di potenziarsi a vicenda (figura 2.2.2_3b) e la collocazione di tale mix all'interno del modello andrebbe sicuramente indagato più a fondo.

Commento all'uso delle reti nel caso specifico.

La figura 2.2.2_4 propone una discussione del modello secondo una rappresentazione originale sviluppata per la presente ricerca allo scopo discuterne le potenzialità di sviluppo e di applicazione all'interno di giocosimulazioni urbane.

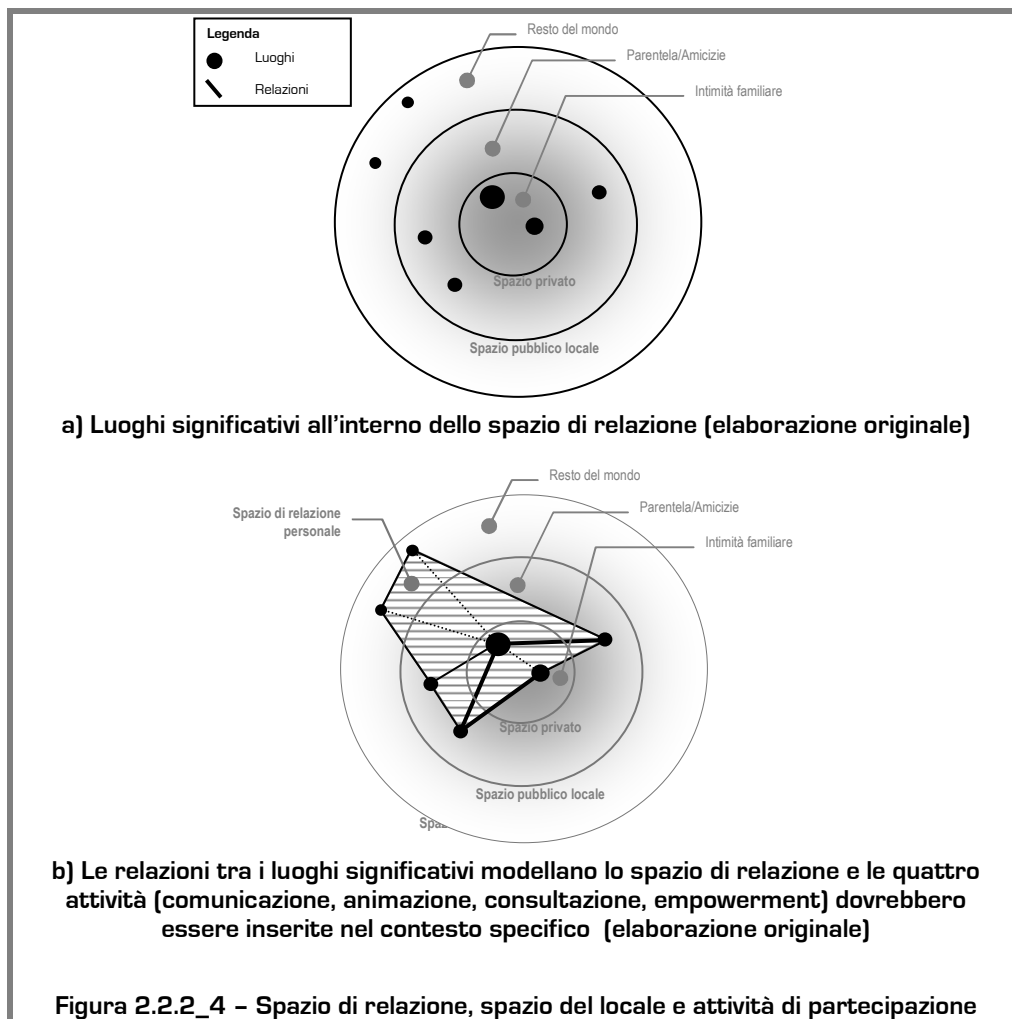


Figura 2.2.2_4 – Spazio di relazione, spazio del locale e attività di partecipazione

In particolare in figura 2.2.2_2a, nelle tre aree concentriche, anziché le attività vengono rappresentati i luoghi in base alla loro importanza per il singolo individuo con aree circolari di diametro differente che in figura 2.2.2_2b vengono connessi tra loro con delle linee di tratto e spessore differente. Tale differenza di rappresentazione simboleggia le diversità di relazioni tra un individuo e luoghi ricadenti nella stessa o nelle differenti aree.

Lo schema reticolare di figura 2.2.2_4b analizzato in base alle teorie e modelli descritti nel paragrafo 2.1 può essere letto come una rete distribuita nella quale alcuni luoghi accentrano più di altri il senso di appartenenza e permettono di attivare delle dinamiche di scambio che tendono a modificare nel tempo la forma stessa dello spazio di relazione personale. Pur non volendo aumentare la

complessità della rappresentazione grafica si consideri che lo spazio fisico di relazione di un singolo individuo è intersecato da quello di numerosi altri a costituire un combinato complesso all'interno del quale assume rilevanza l'intreccio di relazioni tra individui e spazio .

Lo spazio assume in questo caso la funzione rilevante di risorsa e supporto fisico alle relazioni all'interno del quale attivare i quattro quadranti del modello utilizzando anche delle *simulazioni interattive*.

2.2.3 Giosimulazioni: *PERFORM-P*

PERFORM-P (Klabbers, 2006) è una giosimulazione ampiamente utilizzata all'interno di un programma di sviluppo manageriale. La sua architettura è da considerarsi un ottimo caso di studio riguardo l'uso del concetto di rete. In questa sede la descrizione della giosimulazione verrà fatta generalizzando termini, scopi e contenuti.

Descrizione generale

Scopo di *PERFORM-P* è quello di migliorare, attraverso la sperimentazione di una *simulazione interattiva*, il processo di trasformazione in atto all'interno di una organizzazione considerata come sistema adattivo complesso.

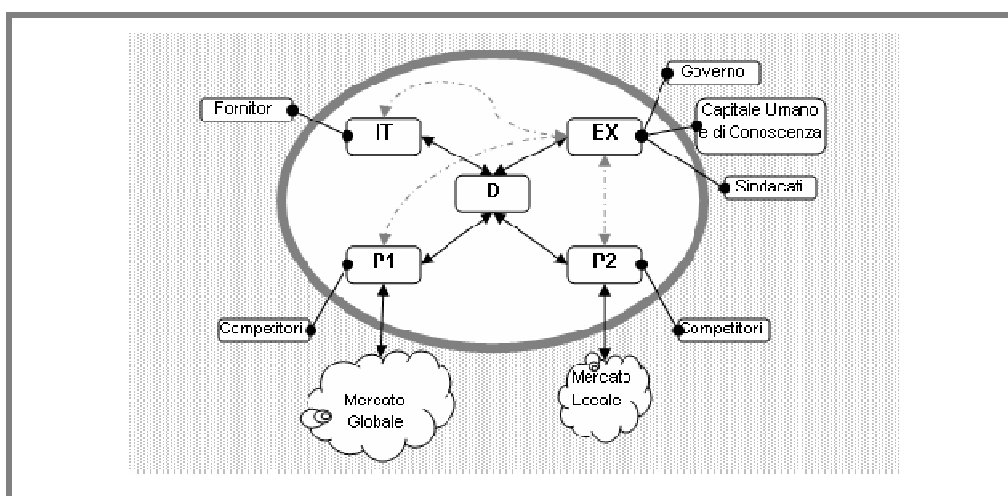


Figura 2.2.3_1 – Il sistema complesso in *PERFORM-P*: ambiente interno, interfaccia, ambiente esterno (adattato da Klabbers, 2006; p.239)

Il modello alla base della simulazione è rappresentato dalle relazioni reciproche tra le componenti dell'ambiente interno e con quelle facenti parte dell'ambiente esterno all'organizzazione.

L'**ambiente interno** è costituito dall'interazione tra cinque gruppi: un gruppo con funzioni decisionali (*D*), due gruppi con funzioni di tipo produttivo (*P1* e *P2*); un gruppo esecutivo (*EX*); un gruppo che si occupa della gestione del sistema informativo ed informatico (*IT*) che opera trasversalmente rispetto ai primi. I due gruppi con funzioni produttive si differenziano per attività e per ambiente esterno di riferimento: *P1* ha un ambito operativo globale/mondiale mentre *P2* ha un ambito operativo locale di tipo nazionale in costante evoluzione in tema di regole. *P1* e *P2* possono modificare la propria organizzazione interna per migliorare le proprie capacità di risposta rispetto all'ambiente esterno. I risultati dell'intera attività dell'organizzazione poggiano sulla co-evoluzione dei diversi gruppi che la costituiscono. In particolare *P1* e *P2* sono ancora più interconnessi tra loro in quanto si forniscono reciprocamente risorse utili alla conduzione delle rispettive operazioni.

IT opera in un mercato locale di tipo regionale di fornitori di consulenza nel campo delle tecnologie informatiche, può decidere di affidare all'esterno alcune delle sue attività al fine soddisfare al meglio le esigenze interne dell'organizzazione, e le prestazioni dell'intera organizzazione dipendono proprio dalla sua efficacia ed efficienza.

L'**ambiente esterno** all'azienda è rappresentato dai suoi concorrenti, dal governo, sindacati e coalizioni varie.

La simulazione interattiva è di tipo aperto (Christopher, Smith, 1987) per cui ogni gruppo ha la facoltà di agire secondo delle regole comunemente stabilite ed inoltre i partecipanti si trovano all'interno di una situazione nella quale gli viene chiesto di trovare la propria ricetta per affrontare le situazioni problematiche.

Le proprietà emergenti dell'intera organizzazione risultano dal modo nel quale i partecipanti interagiscono mutualmente

modificando lo spazio di relazione e di conoscenza durante le sessioni della giocosimulazione.

La *simulazione interattiva* evolve attraverso quattro fasi durante le quali a parte le attività precedentemente definite dai partecipanti coinvolti si relazionano secondo modalità da loro stabilite.

Durante la prima fase si valutano punti di forza e di debolezza dell'organizzazione interna in relazione al capitale di conoscenza. Nella seconda si effettua una valutazione sull'ambiente esterno all'organizzazione in relazione agli effetti che cambiamenti dell'assetto istituzionale pubblico possono avere per le strategie dell'organizzazione e sulle politiche di gestione del capitale umano e di conoscenza. Nella terza fase le attività fondamentali sono: valutazione dei progetti proposti per il potenziamento dell'azienda; sviluppo di un piano per la gestione, in ciascun progetto, del capitale umano e di conoscenza in termini quantitativi e qualitativi; sviluppo di un piano di acquisizione del capitale umano e di conoscenza per i singoli progetti tenendo conto dei vincoli interni ed esterni. Nella quarta fase si negozia la strategia globale dell'organizzazione con maggiore enfasi sulla gestione del capitale umano e di conoscenza. Tale strategia confluisce in un piano di azione e vengono prodotti, inoltre, un piano di informazione e un piano di comunicazione.

La caratteristica dei progetti è che possono essere gestiti solo in stretta collaborazione tra P1, P2 e IT. La preconditione per il successo di ciascuno di questi progetti è costituito dall'assunzione temporanea di capitale umano e di conoscenza di valore superiore rispetto a quello precedentemente detenuto dall'organizzazione, in relazione alla disponibilità data dall'ambiente esterno e alle esigenze specifiche definite nelle diverse fasi. Se questa acquisizione ha successo solo parzialmente i progetti non possono essere gestiti in base ai tempi previsti e agli obiettivi prefissati indebolendo le potenzialità innovative e competitive dell'azienda.

I partecipanti sono consapevoli che per guadagnare un successo generale dell'azienda la co-evoluzione tra *P1* e *P2* è una necessità. Questo risultato non è raggiungibile facilmente. Una delle

maggiori barriere è la prevalente cultura interna e la struttura organizzativa che partecipanti attuano proprio dall'inizio della simulazione. I manager presenti nei vari gruppi sono liberi di scegliere il proprio modo di modellare la propria organizzazione configurando l'azienda esattamente come è oppure possono sperimentare nuove approcci e modi di fare le cose. Ma quei partecipanti che hanno fatto carriera nel precedente modello di organizzazione hanno difficoltà ad adattarsi a nuove circostanze e requisiti e nell'acquisire le nuove competenze richieste per operare nel nuovo modello. Ad essi viene chiesto di adattare la propria conoscenza procedurale tacita per capire i processi in atto e per posizionarsi conseguentemente all'interno di essi.

Utilizzo dei grafi per la descrizione delle dinamiche e della struttura organizzativa.

La simulazione interattiva descritta si configura come un ambiente di apprendimento auto-organizzato nel quale le relazioni che si innescano tra i partecipanti non possono essere descritti attraverso un algoritmo, mentre invece risulta possibile, comprensibile e più vantaggioso utilizzare dei grafi.

L'autore, sulla base delle osservazioni fatte durante le sessioni di gioco, le informazioni raccolte durante i debriefings e i riassunti scritti delle sessioni giocate ha verificato l'emergere di due "*attractor patterns*" cioè schemi ricorrenti di struttura organizzativa ai quali gli attori coinvolti nella simulazione tendono secondo dinamiche e circostanze assimilabili, e rappresentabili attraverso l'uso di grafi semplici.

Il primo caso è uno **schema gerarchico centralizzato** che successivamente tende ad un altro schema gerarchico con un grado maggiore di distribuzione e orizzontalità nelle comunicazioni. Tale evoluzione è spiegata dal fatto che le regole della simulazione interattiva di tipo aperto non prevedono schemi organizzativi di partenza e sono gli attori stessi che decidono di adottarne uno piuttosto che un altro. La decisione di adottare una soluzione

gerarchica centralizzata, rappresenta il tentativo di proporre schemi invalsi orientati al controllo totale sui processi da parte di un gruppo ristretto. Tale decisione porta con se una serie di costrizioni e di regole nuove che prima non esistevano dando origine a degli ostacoli al cambiamento legati soprattutto alla difficoltà di individuare condizioni più favorevoli per risolvere i problemi in modo più creativo ed in minor tempo oltreché ad una definizione troppo rigorosa delle responsabilità che finisce per ridurre i margini per una possibile co-evoluzione.

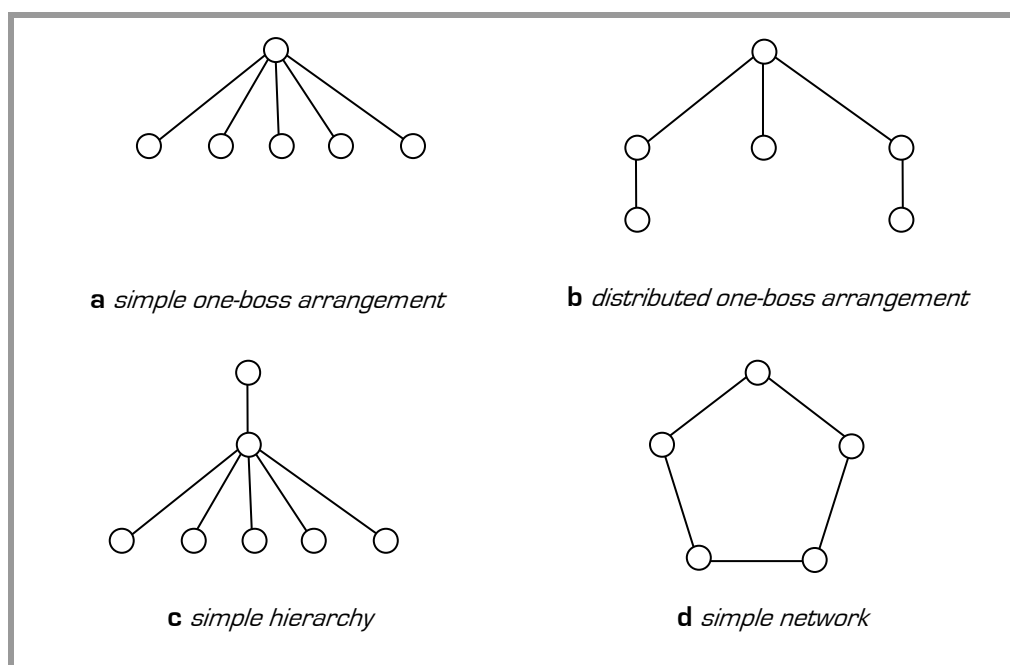


Figura 2.2.3_2 - Primo esempio di "attractor pattern" (da Klabbers, 2006; p.243)

Tali ostacoli al cambiamento sono strettamente legati alla scarsa efficacia della comunicazione e delle relazioni tra i partecipanti: la comunicazione è definibile come sequenziale, gerarchica, stratificata, formale e centralizzata, orientata sul controllo delle operazioni piuttosto che sulla co-costruzione di senso e di progetti. Questo rappresenta una barriera al cambiamento in quanto le relazioni tra gli attori tendono ad essere basate su equilibri di potere e non sulla collaborazione fattiva ed entusiasta. La pianificazione è rigida e orientata al controllo dei costi

accompagnata da una continua mancanza di informazioni. Il gruppo dirigente enfatizzando il controllo dei risultati, rispetto alla qualità delle relazioni, tende a perdere traccia dei processi e la frustrazione che ne deriva difficilmente viene canalizzata positivamente tra i gruppi.

Queste problematiche contribuiscono ad ostacolare l'adozione di azioni adeguate favorendo l'instaurarsi di un clima di sfiducia che porta i gruppi *P1* e *P2* a gestire le attività mutualmente sfuggendo alle interferenze del livello decisionale quando quest'ultimo dimostra di non avere il controllo della situazione. La dinamica evolve verso una situazione caotica fino ad arrivare ad un punto di biforcazione nel quale gli attori cambiano strategia o finiscono in una situazione di stallo. Il comportamento più frequente che si registra tende a modificare le regole di interazione trasformando la struttura verticale in una più orizzontale. Questa dinamica racconta l'evoluzione culturale interna che investe le conoscenze e le abilità tacite ed esplicite dei vari attori, intesi sia singolarmente che facenti parte di gruppi organizzati, che da uno schema vecchio ma rassicurante approdano ad un nuovo tipo di organizzazione che richiede capacità nuove.

Nel secondo caso i partecipanti decidono di adottare uno schema di organizzazione simile ad una rete ego-centrata ma sufficientemente distribuita, una struttura gestionale collettiva basata su poche regole generali. Questa struttura flessibile e modificabile permette interazioni simultanee e parallele tra i gruppi ed i singoli membri in un clima di fiducia reciproca.

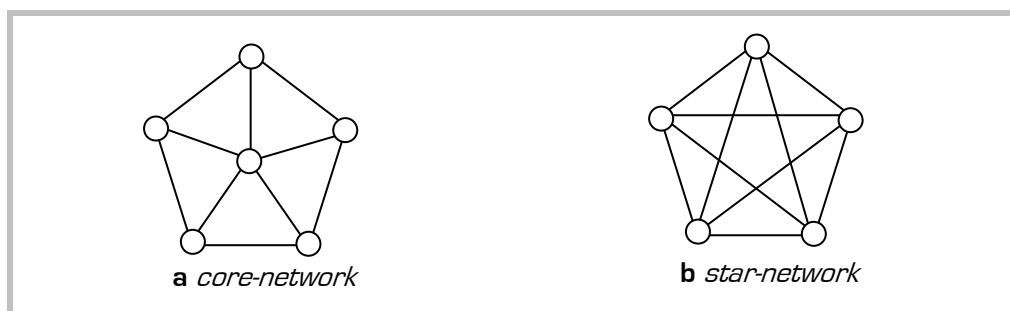


Figura 2.2.3_3 – Secondo esempio di “*attractor pattern*” (da Klabbers, 2006; p.243)

La cultura che sottintende tale scelta si basa sulla tolleranza e l'adattamento. La configurazione risultante permette ai membri dei gruppi, accettando le differenze, di superare molte barriere e mostrare capacità di recupero nella gestione del tempo. Soprattutto la possibilità di potersi muovere attraverso i gruppi facilita la condivisione delle idee, delle convinzioni, ma anche delle obiezioni. Le forti relazioni sono basate sul rispetto e l'attenzione alla qualità della organizzazione emergente. La struttura organizzativa che ne deriva prevede schemi comunicativi, basati sull'interazione diretta. La "complessità organizzata" viene gestita attraverso azioni simultanee all'interno di una struttura comunicativa accettata reciprocamente che permette la gestione di processi paralleli coordinati fra loro. La gestione del tempo risulta efficace ed efficiente.

Le differenze tra le due soluzioni organizzative emergono e si evidenziano soprattutto nella terza fase della *simulazione interattiva* ossia quando viene chiesto di sviluppare gli studi di fattibilità dei progetti di innovazione. Nel primo caso il gruppo dirigente tende a perdere completamente il controllo di fronte al rapido evolversi della sequenza degli eventi. Nel secondo caso la situazione viene meglio affrontata grazie alla possibilità per ciascun partecipante, singolarmente o affiliato ad un gruppo, di poter fornire il proprio contributo diretto contribuendo a migliorare lo spirito di soddisfazione generale contrariamente al primo caso.

Commento all'uso delle reti nel caso specifico.

In relazione a quanto illustrato emergono due elementi: rispetto a quanto visto nella parte generale del Paragrafo 2.1 (relativo alle teorie e modelli delle reti complesse sia nel campo fisico e matematico che in quello sociologico) si nota una incongruenza terminologica nella descrizione delle figure 2.2.3_2a/b/c e quando si parla di *simple-network* (figura 2.2.3_2d), *core-network* (figura 2.2.3_3a) e *star-network* (figura 2.2.3_3b). Inoltre, è possibile individuare nello schema illustrato in

figura 2.2.3_1 uno schema reticolare ibrido a metà tra un grafo e un organismo biologico.

Per quanto riguarda il primo punto, come già visto a proposito degli studi di Paul Baran sulla topologia delle reti, una **rete stellata** (*star network*) è una rete estremamente sbilanciata nel senso che un solo nodo detiene le relazioni con tutti gli altri nodi ed in termini evolutivi può rappresentare la configurazione iniziale di una organizzazione fortemente centralizzata; oppure è il risultato della competizione tra hub secondo il «modello a fitness» (Bianconi, Barabasi, 2001) nel quale un solo hub diventa nodo preferenziale per tutti gli altri nodi della rete durante il processo di evoluzione.

Sempre come visto in precedenza, in sociologia il termine diffusamente utilizzato è quello di **rete ego-centrata** che mette in evidenza la funzione centrale di un unico soggetto sociale rispetto alla moltitudine di soggetti facenti parte della rete sociale. Quanto detto, rappresentato in termini di grafi, è sicuramente applicabile al caso delle figure 2.2.3_2a/b/c nelle quali emerge la gerarchia più o meno forte nelle relazioni tra il nodo centrale. Lo schema di rete illustrato in figura 2.2.3_3a, definito come *core-network*, è più propriamente una rete distribuita ottenibile a partire da una rete ego-centrata trasformando la forte gerarchia iniziale in un modello organizzativo più orizzontale rispetto a quello rappresentato in figura 2.2.3_2c. La *simple-network* di figura 2.2.3_2d è un tipico caso di rete circolare⁶⁰ o in termini matematici di «reticolo unidimensionale» nel quale ogni nodo ha due «vicini» (*neighbors*) e le comunicazioni sono possibili solo con questi. Non sono previsti cioè «scorciatoie comunicative» (*shortcuts*). In figura 2.2.3_3b è stata indicata come *star-network* un grafo cosiddetto “completo” (cioè nel quale ogni vertice è adiacente a tutti gli altri) e che corrisponde ad un’organizzazione semplice nella quale tutti hanno stesso numero di conoscenze e relazioni. Questo grafo (già discusso nella Introduzione

⁶⁰ La configurazione in figura 2.2.3_2d si può verificare per $p \sim N^{-1}$ ma è instabile e comunque condivide le stesse caratteristiche di un grafo chiuso a 3,4,5,6 vertici aventi due connessioni ciascuno (Cfr. Erdős e Rényi, 1960).

al presente Capitolo e nel punto 2.1.2) rappresenta uno dei nuclei primari dello schema organizzativo definito allegoricamente da Watts (2003) come tipico degli *uomini delle caverne* (*caveman graph*) e utilizzato da per derivare l'evoluzione del modello di Rete di Piccolo Mondo (*Small-World Network*)⁶¹. Inoltre la sua topologia è uguale allo schema in figura 1.3.1_2 che rappresenta secondo Duke (1974) il modello di comunicazione utilizzato all'interno di una giocosimulazione definito «multi-loquio».

La rappresentazione della topologia della rete organizzativa attraverso un grafo elementare fornisce delle indicazioni sul comportamento dell'intero sistema: struttura e funzioni sono strettamente collegati. Ma l'analisi topologica delle strutture può permettere di fare solo alcune inferenze. Niente viene detto a proposito delle qualità delle relazioni tra i nodi della rete e sulla tipologia di nodi. È possibile ragionare cioè sul comportamento collettivo emergente ma non sulle cause e dinamiche effettive che lo hanno generato, esattamente il limite che presenta la *Social Network Analysis*. Invece, come è stato messo in evidenza nel paragrafo precedente, questi elementi, anche al minimo variare, possono dare luogo a comportamenti e soluzioni globali totalmente diverse.

Si ritiene che l'utilizzo delle teorie e dei modelli della scienza delle reti complesse permetta di progettare una nuova generazione di giocosimulazioni urbane con le quali osservare parallelamente sia la topologia che la dinamica comunicativa ed interattiva di quei "piccoli mondi" che animano e costituiscono le reti sociali reali situate spazialmente e temporalmente.

⁶¹ Dal punto di vista analitico, si ricorda che dallo studio di Erdos e Rényi emerse che molte delle proprietà dei grafi casuali non appaiono gradualmente ma quasi istantaneamente addensandosi attorno ad un valore che tende a zero all'aumentare del numero di nodi facenti parte del grafo. In particolare detta $p(N)$ la probabilità che esista un collegamento tra due vertici, dove N rappresenta il numero di vertici, quando $p \sim N^{-1/2}$ si verifica la configurazione con cinque vertici totalmente connessi come in figura 2.2.3_3b. (Cfr. Erdős e Rényi, 1960).

2.3 LA IMPLEMENTAZIONE DELLE TEORIE E DEI MODELLI DELLE RETI COMPLESSE NELLA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA

L'esplorazione dell'utilizzo delle reti dal punto di vista pratico nella pianificazione urbana, nella sociologia urbana e nella *Gioco/Simulazione*, esemplificato con i tre casi di studio, mette in evidenza due aspetti:

- la attuale forte diffusione di una concezione classica delle reti⁶².
- la scarsa penetrazione dei modelli e delle teorie della scienza delle reti complesse nella pianificazione urbana, nella sociologia urbana e nella *Gioco/Simulazione* in generale⁶³.

Ciononostante appare evidente come in tutti e tre i casi la questione centrale è rappresentata dalla gestione di dinamiche interattive all'interno di sistemi sociali che si interfacciano continuamente con il loro ambiente esterno, sia che si tratti del mondo degli affari e dei mercati che si tratti dello spazio territoriale urbano.

Nel punto **1.3.1** si è illustrato un quadro unitario concettuale e operativo per la *Gioco/Simulazione* all'interno del quale assume ruolo centrale il concetto di sistema sociale inteso come «sistema adattivo complesso». Tali sistemi, come si è visto, si strutturano come «**reti collettive**» per affrontare la «complessità organizzata».

All'interno di tali strutture gli attori sono interdipendenti e in base al loro comportamento individuale condizionano il

⁶² Ricordiamo che per concetto classico si è inteso un uso volto, se non con qualche eccezione, alla esclusiva interpretazione e descrizione della realtà o di modelli astratti in forma statica. Cioè, le reti sono ancora diffusamente considerate soprattutto come struttura e non come processo; vengono utilizzate soprattutto l'enfasi rappresentativa è sui nodi piuttosto che sulle relazioni in quanto, dal punto di vista progettuale e di rappresentazione è sicuramente più agevole operare sui nodi piuttosto che sulle relazioni. Infatti sia in architettura che nella pianificazione i nodi continuano ad essere il tutto che interessa che siano architetture spaziali o città.

⁶³ Sebbene i tre casi sono assolutamente recenti fanno esplicito riferimento alle rispettive tradizioni disciplinari nel maneggiare implicitamente o esplicitamente le reti

comportamento globale del sistema, così come il suo processo di nascita⁶⁴ e di evoluzione⁶⁵ che dipendono, a loro volta, dalle condizioni iniziali per cui nel lungo periodo non è possibile prevederne le caratteristiche emergenti e neanche il percorso evolutivo. Al processo di evoluzione è collegato un aspetto fondamentale e cioè la «**durabilità**» delle reti collettive (Klabbers, 2006) e tale concetto trova opportuna rispondenza nel concetto di «**resilienza**»⁶⁶ (Cfr. 2.1.4)

Gli attori che appartengono a tali reti sono definiti «**attori riflessivi**» nel senso che gli attori partecipano al «processo morfogenetico» contribuendo con il loro sapere, esplicito e tacito. La caratteristica della “riflessività” si esplica attraverso le scelte che essi fanno in funzione dei loro bisogni e preferenze tali da condizionare la sopravvivenza stessa della rete.

La Scienza delle Reti Complesse offre gli strumenti per comprendere le dinamiche delle reti sociali appena descritte. Esse esplicano la loro funzione rispondendo ad esigenze concrete e reali ma si evolvono in forma coordinata secondo differenti gradi di combinazione tra comportamento cooperativo e/o competitivo tra un insieme di attori/agenti tra loro interdipendenti.

Una *giocosimulazione urbana* permette di simulare «sistemi adattivi» nel caso particolare in cui i processi di interdipendenza si esplicano tra gli attori ed il loro ambiente di vita è rappresentato dallo spazio urbano. Per affrontare tali questioni con l’ausilio di giocosimulazioni urbane, concetti come quelli di sincronia, del modello di «rete di piccolo mondo» (*small-world network*) e di «rete ad invarianza di scala» (*scale-free network*), insieme alle caratteristiche principali che li contraddistinguono (robustezza,

⁶⁴ Il processo di nascita di tali delle reti collettive viene teorizzato come una convergenza delle persone su idee o ideali condivisi che solo successivamente attivano le doppie interazioni che a loro volta creano interdipendenza (Allport, 1962)

⁶⁵ Una volta nate e costituite il processo di evoluzione delle reti collettive evolve nel tempo attraverso modellazioni e ristrutturazioni secondo un «ciclo morfogenetico» (Archer, 1995) e in base all’influenza esercitata da «attrattori strutturali».

⁶⁶ inteso come capacità di un sistema di affrontare le sollecitazioni dall’ambiente esterno assorbendone gli effetti e traendone benefici senza subire mutamenti qualitativi nella struttura (van der Leeuw & Aschan-Leygonie, 2000).

ridondanza, resilienza, ricercabilità, feedback, soglia critica) possono essere utilizzati come descrittori per modellizzare tali sistema adattivo complesso.

2.3.1 Perché implementare teorie e modelli delle reti complesse nella Gioco/Simulazione applicata alle questioni urbane

Secondo Coppard e Goodmann (1977) il termine *urbano* rappresenta un modo generico e impreciso di categorizzare quel gruppo di giocosimulazioni nel settore delle scienze sociali orientato alla ricerca e agli studi urbani (e che coinvolgono discipline economiche, progettuali, le scienze politiche e dell'amministrazione pubblica, solo per citarne alcune).

Una visione classica di sistema urbano è quella che Bottari (1978) riprende da Bauer e Wegener (1977) e che descrive un contesto spazio temporale in trasformazione nel quale sono individuabili: una *molteplicità di obiettivi*, attinenti differenti settori socioeconomici e politici fra loro interrelati e non indifferenti rispetto al "cammino" del sistema complessivo; *gruppi di interesse molteplici* che sono, al tempo stesso, oggetto e soggetto delle scelte; *scelte di natura differente* tra le quali alcune sono capaci di influenzare in modo continuo il sistema, altre sono contingenti con effetti a breve termine; *incertezza* che riveste l'operato del decisore sia pubblico che privato per il mutuo interrelarsi delle rispettive scelte. Tale descrizione propone una visione dell'ambiente urbano come "complesso sistema decisionale" nel quale si confrontano decisori e portatori di interesse che si distinguono per obiettivi e visioni del mondo il più delle volte differenti e confliggenti all'interno di una realtà incerta e caratterizzata dalla disponibilità di risorse limitate. Il sistema decisionale è considerato un processo di "scelta tra alternative non indifferenti", scelte che vengono fatte in base a

"[...] ipotesi differenti di comportamento di altri decisori, da stime previste dell'andamento di fenomeni assunti come esogeni, da ipotesi diverse di massimizzazione dei valori che caratterizzano i vari attributi delle alternative considerate" (p.350)

Il processo avviene in condizioni di conflitto che viene caratterizzato in due tipologie interrelate: il conflitto interpersonale, ossia quello esistente o che si viene a creare durante il processo, tra soggetti e gruppi differenti; e il conflitto intrapersonale che si verifica in seno allo stesso soggetto rispetto ad obiettivi differenti. Tali situazioni decisionali secondo Bottari "[...] costituiscono il nucleo fondamentale dei giochi e della giocosimulazione urbana e propriamente di quella componente (gaming) che individua gli aspetti relazionali e interpersonali" (p.351)

Sempre secondo l'autore l'elemento discriminante per meglio comprendere la vera natura delle giocosimulazioni urbane è il riferimento alla "scala" ossia al tipo di problemi trattati. Per esempio, se Coppard e Goodman (1977) proponevano di includere nella categoria quelle esperienze che si riferiscono a problemi tipici di contesti urbani o metropolitani tralasciando quelle che si riferiscono alle relazioni tra soggetti e istituzioni o quelli riferiti alla scala nazionale o internazionale, per Bottari tale riferimento è corretto nei limiti in cui la dimensione urbana viene utilizzata per selezionare le esperienze rispetto ai "fenomeni rappresentati" e ai "processi di controllo e sviluppo che riguardano il sistema urbano. In tale ambito le situazioni di conflitto (e decisionali più in generale) vengono affrontate - nella fattispecie utilizzando le giocosimulazioni come «mezzi per la ricerca di una soluzione» riferendo questa prospettiva come propria della «giocosimulazione in urbanistica».

La questione terminologica, dunque, sarebbe legata alla natura più o meno strumentale o del livello di subordinazione che il coinvolgimento interpersonale può raggiungere. Rispetto a ciò si può parlare di «tecniche di gioco», o di «giochi inseriti in una simulazione» piuttosto che di simulazione "tout court" ed il confine tra gioco inteso come procedura e giocosimulazione appare spesso così sottile da

non poterne distinguere chiaramente i connotati specifici. Bottari (*op. cit.*) conclude allora affermando che è preferibile

"[...] riferire [...] il termine di gioco e giocოსimulatione urbana a quelle procedure e modelli che hanno come riferimento - o sono costruiti su - una realtà territoriale ipotetica. Le loro finalità sono essenzialmente euristiche, esplicative, e le loro applicazioni di natura didattica o riferite alla ricerca teorica" (p.353)

Rispetto alla ipoteticità della realtà territoriale e alle funzioni euristiche della tecnica giova ricordare la lezione di Friedmann (1993) quando affermava che contrariamente ai modelli di tipo razionale il mondo è reale ed è conoscibile attraverso una forma di indagine empatica, che è un modo di interrogare una realtà sociale dotata delle capacità di fornire risposte. Questa posizione vuole aprire spazi per una nuova epistemologia che trasformi le indagini sia scientifiche che pianificatorie in un processo dialogico che procede sulla base di una conoscenza tacita e disarticolata utilizzando un linguaggio capace di esprimere realtà soggettive, integrando scienze umane, sociali e comportamentali. Ma il tentativo di riconnessione dei livelli di comprensione teorica ed esperienziale risultavano allora come oggi in gran parte difficilmente conciliabili.

Castells (2004) afferma che la trasformazione dello spazio dovrebbe essere inserita nel più ampio contesto di una trasformazione sociale complessiva in quanto lo spazio non è un riflesso della società ma un'espressione di essa e di conseguenza la nuova città nascerebbe dalla creazione di una nuova struttura sociale, la società delle reti, caratteristica dell'Era dell'Informazione. Tale posizione assume l'interazione come tema urbano che domina l'era della società dell'informazione e che si esplica secondo tre livelli: il livello fisico (*faccia-a-faccia*, comunità reali); il livello della comunicazione sociale (cittadini e amministrazioni locali); ed infine, il livello della comunicazione elettronica intesa come nuova forma di socialità (le comunità reali vengono sostituite dalle comunità virtuali). L'autore riconosce, tuttavia, che

“non esiste ancora una vera e propria teoria, perché Internet è tuttora gli inizi come pratica sociale ad ampio raggio. Ma possiamo riaffermare che la socialità on-line è una socialità specifica, e non un sottoprodotto di quella reale, e che la collocazione geografica contribuisce, spesso con esiti insoliti, alla configurazione dei network di comunicazione elettronica” (Castells, 2004; pag. 63)

Le città sempre più cablate interconnesse grazie alle infrastrutture di telecomunicazioni permettono di accelerare i processi di produzione, scambio ed elaborazione delle informazioni: le comunicazioni *faccia-a-faccia* tradizionali lasciano spazio a nuove forme ibride di interazione diretta e on-line.

La Healey (2003), dal canto suo, spiega come, da attività a forte contenuto tecnico, il progetto dello spazio urbano sembra costituirsi sempre più come pratica comunicativa, interattiva e collaborativa che richiede capacità di osservazione e rappresentazione della realtà a diversi livelli, e di saper comunicare ed interagire con i vari attori coinvolti.

Forrester (1998, 1999) richiama a tal proposito l'esigenza di rinnovamento degli strumenti utili al progetto che permettano di coniugare pragmatismo e capacità visionarie mediante pratiche di tipo deliberativo con le quali creare opportunità, tutelare l'interesse pubblico e gestire efficacemente il conflitto.

Le fasi iniziale della presente ricerca hanno permesso di ragionare sull'efficacia delle tecniche di comunicazione e interazione entrate nell'uso invalso e di rilevare come esse vengano utilizzate principalmente come strumenti per “sondare” saperi diversi al fine di pervenire ad un allargamento complessivo della base di conoscenza necessaria per svolgere l'attività di progetto. Le tecniche maggiormente utilizzate sono inquadrabili come: tecniche tipiche del sapere tecnico come i future studies (*environmental scannings*, matrici d'impatto incrociato, metodo Delphi, previsioni e strategic management, automi cellulari e GIS); tecniche a forte sovrapposizione tra il sapere tecnico e il sapere comune (o contestuale) (studi di scenario come lo *European Awareness Scenario Workshop*, *Community Visioning Processes* ed altri basati

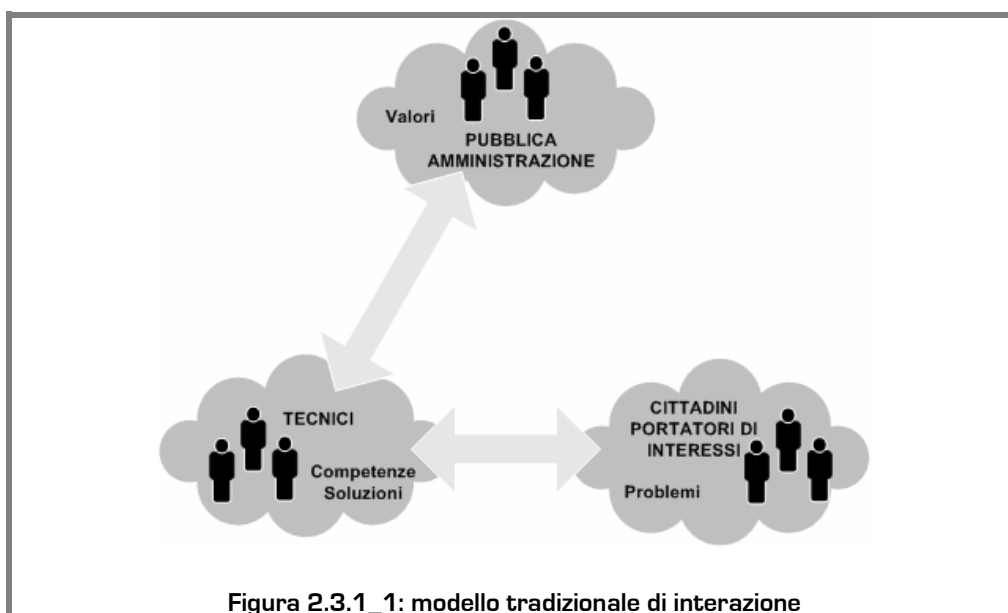
sulla combinazione di *brainstorming* con numero crescente di partecipanti come il *Metaplan* e i *Focus Group*]; tecniche e approcci di facilitazione di nuova generazione (*Open Space Technology* e *Appreciative Inquiry*).

Il limite principale legato all'uso di tali tecniche è rappresentato dall'effetto generalmente poco incisivo e del tutto transitorio rispetto alla necessità di rendere permanenti le capacità di interazione e partecipazione della società locale per la soluzione delle problematiche connesse con la vita organizzata. Infatti risulta difficile osservare un reale "apprendimento organizzativo" del sistema socio-territoriale a lungo termine che favorisca la produzione di piani e progetti inclusivi capaci di innescare processi virtuosi di democrazia partecipativa e forme inedite di governance.

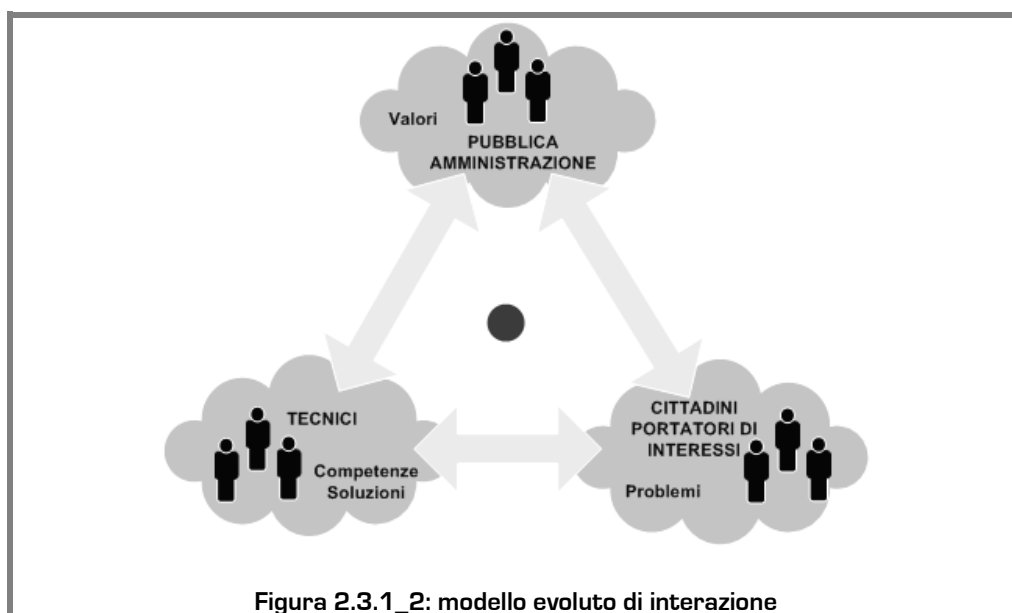
Si impone quindi una necessità non tanto di rigenerazione di queste tecniche quanto di innovare metodologie e approcci che caratterizzano la pratica progettuale andando ad individuare tra le tecniche di comunicazione e di interazione quelle che effettivamente aumentano l'efficacia del pianificatore specialmente nella fase di raccolta di informazioni preliminare e di modellizzazione della situazione contingente.

Nelle organizzazioni complesse si assume spesso la metafora della rete come paradigma comunicativo e di interazione. Nel secondo capitolo è stato messo in evidenza come questo approccio non solo può considerarsi corretto ma soprattutto vantaggioso. Una rete per essere considerata tale e per funzionare ha bisogno che i suoi nodi (che rappresentano anche gruppi di individui) siano capaci di interagire tra loro e di portare piccole innovazioni che nel lungo periodo riescono a garantire la capacità di risposta del sistema alle sollecitazioni esterne.

Il modello tradizionale di interazione nei processi di sviluppo di piani e progetti per le aree urbane può essere descritto considerando un triangolo come in figura 2.3.1_1: il peso e il ruolo decisionale è gestito dai tecnici e vede l'amministrazione impegnata a produrre ed erogare servizi valutando attraverso i tecnici problemi e necessità di cittadini e portatori di interesse.

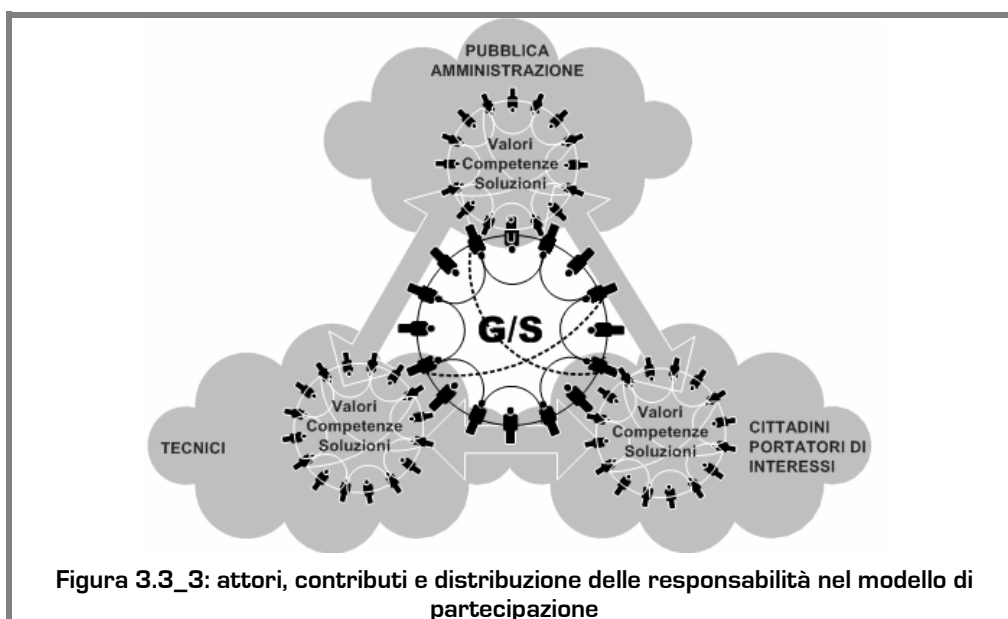


Rispetto alla pluralità di attori questo processo comunicativo è ad alto grado di asimmetria e i soggetti portatori di interessi confliggenti si affrontano all'interno di schemi rigidamente codificati dalle norme cogenti e fortemente condizionati dalla loro disparità di potere contrattuale. Il modello precedente si può modificare tenendo conto dell'irrompere delle pratiche e delle esperienze di tipo inclusivo (fig. 2.3.1_2). In questo caso l'Amministrazione si trova impegnata nella costruzione di politiche pubbliche capaci di dare risposta alla domanda diffusa di benessere e vivibilità all'interno dello spazio urbano facendo leva sulla capacità del territorio di fare sistema, riducendo la distanza tra cittadini e chi amministra. Il baricentro del sistema tende a spostarsi idealmente verso il centro a significare una teorica equa suddivisione del contributo alle scelte e alle decisioni.



Il modello proposto è ancora limitato: la pubblica amministrazione, compresi i decisori politici, sono portatori, sulla base di un mandato politico, di valori e di linee programmatiche; i tecnici, esperti delle varie discipline, sono portatori di competenze specifiche e soluzioni; i cittadini e i portatori di interesse in generale vengono visti passivamente come portatori di problemi e bisogni insoddisfatti. Si tratta di un modello nel quale, nonostante l'incremento della qualità della comunicazione risulta scarsa la dimensione interattiva e prevale ancora l'attività tecnica di ricerca di soluzioni a problemi solitamente mal posti.

Una ulteriore evoluzione di tale modello prevede una reale equa ripartizione del peso decisionale all'interno di uno spazio di interazione nel quale tutti gli attori vengono riconosciuti come portatori di valori, competenze e soluzioni ciascuno per la sua parte e in forma complementare agli altri. Questa dinamica può essere favorita dall'utilizzo di giocosimulazioni urbane di quarta generazione costruite sui modelli di rete di tipo small-world e ad invarianza di scala.



L'uso della *Gioco/Simulazione* in questo modo diventa una prassi che può favorire l'innovazione sia nelle pratiche deliberative che in quelle progettuali accrescendo la capacità istituzionale delle società locali. Infatti l'utilizzo di tale strumento permette di accelerare e di potenziare la capacità di coinvolgimento del singolo individuo che attraverso la simulazione e le dinamiche di gioco mette in campo le proprie esperienze e le proprie credenze compiendo un percorso di crescita condiviso con i diversi "giocatori".

La ricerca ha via via focalizzato l'attenzione sul perché la *Gioco/Simulazione* applicata alle questioni urbane può assumere rilevanza nel tentativo di interpretare i fenomeni che l'ambiente urbano, inteso come «sistema adattivo complesso», esprime a vari gradi di complessità. Questo significa che il sistema sociale è costituito da un ambiente interno e un'interfaccia che contemporaneamente ha la funzione di dividerlo e metterlo in comunicazione con un ambiente esterno più esteso. Il

sistema scambia continuamente informazioni (dati, energia) con il suo ambiente esterno attraverso l'interfaccia e i processi interni sono tali che il sistema è in grado di riprodursi (autopoiesi) e di elaborare, attraverso la mediazione dell'interfaccia, gli stimoli

dall'ambiente esterno traendone beneficio e senza mutare qualitativamente la sua struttura interna (resilienza).

L'esplorazione dello stato dell'arte della teoria sulla *Gioco/Simulazione* ci permette di considerare le *giocosimulazioni urbane* come sistemi sociali e al contempo modelli di sistemi sociali inteso appunto come organizzazione complessa adattiva. Gli attori/agenti che vi prendono parte danno vita e modellano nuovi spazi di interazione utilizzando la modalità del gioco, all'interno di un ambiente protetto, come linguaggio naturale per la comunicazione e la simulazione di nuove forme di complessità organizzata.

La traccia proposta nel punto 1.3.1 per una teoria unificante della *Gioco/Simulazione* fa emergere la natura intrinseca delle *giocosimulazioni urbane* come strumenti di comunicazione, interazione ed indagine. Lo schema architettuale derivante dall'approccio sociale - linguistico di Klabbers (2006) (componenti *sintattica*, *semantica* e *pragmatica* descritte nelle tabelle 1.3.1_5/6/7/8) di fatto riconosce alle *giocosimulazioni* la funzione di "linguaggio", in modo simile a quanto affermato da Duke (1974, 2006 ed. it.)⁶⁷. Tale linguaggio serve per comunicare e dunque per ascoltare ed interpretare i messaggi che il mondo reale trasmette continuamente, seppur restituito attraverso delle simulazioni condotte secondo le modalità del gioco. Questo esercizio di «ascolto situato» permette dunque di osservare un modello di «sistema adattivo complesso» e la sua strutturazione in forma di «rete collettiva». Allora possiamo affermare di essere in grado di osservare la rete complessa che struttura il sistema sociale simulato. Se siamo in grado di osservare tale struttura possiamo anche agire su tale modello per testarne, attraverso le *simulazioni interattive* il comportamento e le sue proprietà «emergenti».

⁶⁷ La differenza sostanziale tra i due è costituita dal punto di vista, sistemico per Klabbers, olistico per Duke

Lo studio approfondito e della correlazione tra teorie e concetti emergenti provenienti dalla letteratura nel campo della Pianificazione Territoriale, della Scienza delle Organizzazioni e dalla Sociologia Urbana, portano a considerare i sistemi urbani come organizzazioni complesse adattive e le *giocosimulazioni urbane* come strumenti utili a vedere, ascoltare, esplorare e capire, scientificamente ed empaticamente, le reti organizzative e conversazionali che li strutturano. Essendo la struttura di tali reti modellizzabile mediante dei grafi complessi della classe «small world» e ad «invarianza di scala», si può affermare non solo che gli stessi potrebbero essere utili a progettare e condurre una nuova generazione di *giocosimulazioni urbane* orientate alla costruzione di scenari e progetti, ma bensì diventano condizione necessaria.

3. RIFLESSIONI SULLA RICERCA

“C’è ... il fare senza progetto ... che solitamente prescinde da ogni piano razionale formulato a priori: il gioco.

Vi è anche il tipico progettare senza fare ... il cui scopo fondamentale non è la realizzazione immediata: l’utopia.

...entrambi si configurano come attività preparatorie: il gioco per il fare, l’utopia per il progettare.

... nella maggior parte dei casi il movente originario dell’utopia è la speranza [e] l’attività utopica positiva ... implica che il mondo, pur imperfetto, sia perfettibile..”.

Maldonado, 1972

3.1 Principali elementi teorici che emergono dalla ricerca

Il contenuti esposti nei due capitoli precedenti ed in particolare le considerazioni espresse nel paragrafo 2.3 permettono di riconoscere la fondatezza degli assunti di base della ricerca e forniscono una sufficiente argomentazione per poter sostenere che è possibile aumentare l'efficacia e favorire l'orientamento a fini progettuali della *Gioco/Simulazione* grazie all'implementazione delle teorie e dei modelli della scienza delle reti complesse.

In primo luogo emerge, dalla convergenza tra la concezione comunicativa-processuale di Duke (1974) e quella sociale - linguistica di Klabbers (2006), una teoria unificante per la *Gioco/Simulazione* in quanto tecnica e disciplina. Infatti Duke propone una prospettiva unitaria della *Gioco/Simulazione* come «forma di comunicazione». Egli si spinge in una analisi della comunicazione distinguendo tre componenti: il *linguaggio*, inteso come un insieme di simboli organizzati secondo una struttura; lo *schema di interazione* tra gli interlocutori, che assume progressivamente configurazioni più sofisticate con l'aumentare del numero degli interlocutori; la *tecnologia di comunicazione*, intesa come combinazione delle modalità naturali e di quelle artificiali. Inoltre tra i quattro modelli di comunicazione da lui descritti riconosce nel «multi-loquio» il modello di comunicazione utilizzato all'interno di una giocosimulazione ossia una forma di «dialogo simultaneo multiplo» basato sulla interazione di tipo reticolare la cui struttura è rappresentata per mezzo di grafi orientati.

Durante gli ultimi trent'anni, Klabbers elabora e propone una teoria generale basata sul principio fondamentale che le giocosimulazioni sono «sistemi sociali» e nel contempo rappresentano dei «modelli di sistemi sociali»: gli attori all'interno di un sistema sociale costituiscono sistemi di interazione e agiscono su

delle risorse attraverso delle regole; la conferma reciproca dei ruoli e la condivisione delle regole produce e struttura il sistema sociale. Egli, inoltre, riconosce alle *giocosimulazioni* la funzione di “linguaggio”, in modo simile a quanto affermato da Duke, e propone uno schema architettonico, basato su un approccio «sociale – linguistico», composto da tre componenti, *sintattica*, *semantica* e *pragmatica*. La sintesi tra le due posizioni citate non è ancora adeguata a supportare appieno la complessità di funzionamento dei sistemi adattivi complessi in quanto non contiene i recenti avanzamenti nel campo dei modelli più sofisticati attualmente a disposizione e che forniscono sorprendenti informazioni riguardo la struttura e il comportamento delle reti sociali complesse. La Scienza delle Reti Complesse fornisce gli elementi per poter spiegare come i singoli individui e gruppi di essi interagiscono tra loro a formare organizzazioni complesse secondo configurazioni a rete quali le Reti di Piccolo Mondo (*Small-World networks*)⁶⁸ e le Reti ad Invarianza di Scala (*Scale-Free Networks*)⁶⁹. Dunque, se un sistema sociale è concettualmente un «sistema adattivo complesso»⁷⁰ e la struttura che caratterizza tali sistemi è una «rete collettiva», tenendo a mente la definizione di gioco di simulazione data da Klabbers, possiamo affermare di essere in grado di osservare la rete complessa che struttura il sistema sociale. Se siamo in grado di osservare tale struttura possiamo anche rappresentarla e agire su essa, oppure possiamo creare un modello per testarne, attraverso delle simulazioni interattive il comportamento e le proprietà «emergenti». Dunque non è possibile affermare che la struttura reticolare che contraddistingue i sistemi adattivi complessi è una struttura di «piccolo mondo» e allo stesso tempo una rete «ad invarianza di

⁶⁸ Cfr. paragrafo 2.1.2

⁶⁹ Cfr. Paragrafo 2.1.3

⁷⁰ Ricordo che per «sistema adattivo» complesso si intende un sistema sociale costituito da un ambiente interno, un'interfaccia e che si trova immerso in un ambiente esterno più esteso. Il sistema scambia continuamente informazioni (dati, energia) con il suo ambiente esterno attraverso l'interfaccia. I processi interni sono tali che il sistema è in grado di riprodursi (autopoiesi) e di elaborare, attraverso la mediazione dell'interfaccia, gli stimoli dall'ambiente esterno traendone beneficio e senza mutare qualitativamente la sua struttura interna (resilienza). Una più estesa trattazione è offerta nel punto 1.3.1 al quale si rimanda.

scala». Perciò, il modello di sistema sociale alla base di una giocosimulazione urbana è un modello di tipo «*small world*» ed allo stesso tempo ad invarianza di scala «*scale free*».

In secondo luogo e come conseguenza di quanto affermato precedentemente emerge che l'implementazione delle teorie e modelli della Scienza delle Reti Complesse all'interno della suddetta "teoria unificante" costituisce un passaggio necessario. I criteri di tale implementazione sono rappresentati dalla natura stessa delle *giocosimulazioni* così come descritta dalla convergenza della posizione «comunicativa – processuale» di Duke (1974) e quella «sociale – linguistica» di Klabbers (2006).

I criteri operativi per tale implementazione sono forniti dalla opportuna trasposizione di riflessioni ed esperienze concrete provenienti dal campo emergente dei giochi urbani a grande scala (Cfr. 1.2.3) che appoggiandosi alla pervasività delle tecnologie di comunicazione permettono di dilatare tempi e spazi dell'interazione tra i partecipanti. Il riconoscere i sistemi urbani come dei sistemi adattivi complessi permette, rispetto a tali premesse, di considerare le giocosimulazioni urbane come uno strumento utile per esplorarli empaticamente e comprendere scientificamente il funzionamento delle reti conversazionali che li strutturano fornendo valide indicazioni per la costruzione di scenari e progetti alternativi.

3.2 Prospettive di sviluppo della ricerca

Gli esiti messi in evidenza nel precedente paragrafo permettono di prefigurare diverse prospettive di sviluppo della ricerca sia in termini teorici che pratici. I secondi sembrano di certo più evidenti e si sostanziano nella possibilità di **progettare delle giocosimulazioni urbane di quarta generazione**. Nel punto 1.2.2 si era fatto esplicito riferimento ad una classificazione delle *giocosimulazioni urbane* (GSU) proposta da Catanese (1972) che riconosceva come GSU di prima generazione, quelle che nascono per la soluzione di problemi connessi con l'uso del suolo; GSU di

seconda generazione, quelle che si spingono verso la modellizzazione di sistemi urbani reali al fine di simularne l'evoluzione, per fare delle previsioni e prendere delle decisioni in proposito; ed infine, le GSU di terza generazione, che sono costituite da moduli e sviluppati secondo schemi generici al fine di poter essere adattate in varie situazioni.

Le *giocosimulazioni urbane* di quarta generazione saranno simili a quelle di terza generazione per la loro modularità e possibilità di essere adattate a diversi contesti, ma si differenzieranno perché basate sulle teorie e modelli della scienza delle reti complesse e perché non saranno limitate nel tempo e nello spazio. I vari moduli integreranno le attività di comunicazione, animazione e consultazione che combinate e fortemente correlate all'utilizzo dello spazio fisico reale saranno funzionali anche al quarto obiettivo di favorire un processo di empowerment istituzionale effettivo e duraturo.

Si possono prefigurare perlomeno tre applicazioni critiche: le giocosimulazioni che hanno lo scopo di favorire il coinvolgimento e la partecipazione al progetto dello spazio urbano in situazioni di scarsa coesione del sistema sociale; quelle che hanno lo scopo di velocizzare processi di gestione urbana in atto o in progetto; e quelle che hanno lo scopo di preparare una società locale ad affrontare dei disastri naturali e dunque a mitigarne gli effetti.

Tali applicazioni seppur differenti sono accomunate dalla necessità di "mappare" in tempi brevi e con buona approssimazione il sistema urbano e a rappresentarlo sotto forma di rete socio-territoriale già a partire da un set di variabili molto basso e dunque con poco dispendio di risorse. La topologia della rete e la verifica dei seguenti indicatori: *numero e tipo di hub presenti, coefficiente di clustering, cammino medio, soglia critica*, permetterebbero di comprendere immediatamente l'estensione della rete di «piccolo mondo» e quante e quali scorciatoie comunicative potrebbero essere attivate per migliorare il comportamento organizzativo della rete.

Parallelamente allo sviluppo morfologico di questo tipo di giocosimulazioni si ritiene che dovrebbe svilupparsi anche il supporto di opportuni software utilizzabili sul campo e da un solo operatore con la funzione di collegare direttamente, a partire da una configurazione reticolare di partenza, le dinamiche simulative e di interazione con la topologia e gli indicatori calcolati in tempo reale e opportunamente georeferenziati.

Tra tutte rimane aperta una questione fondamentale e cioè la distanza sia epistemologica che pratica tra la figura del facilitatore ed il pianificatore nella conduzione delle giocosimulazioni urbane. Si tratta di una questione fondamentale soprattutto se la si inquadra dal punto di vista della conduzione di una simulazione. Infatti se una simulazione è considerabile come un laboratorio quale scienziato lascerebbe in mani di uno sconosciuto il proprio esperimento? e anche se il terzo fosse un altro scienziato capace di raccontare gli esiti dell'esperimento perché il primo dovrebbe rinunciare al piacere della scoperta?

La questione è sicuramente delicata e necessita di approfondimento anche se gli esiti della presente ricerca tendono a far pensare che il pianificatore urbano dovrebbe essere non solo in grado di progettare o scegliere la giocosimulazione più adeguata al caso specifico ma soprattutto dovrebbe possedere il background comunicativo e relazionale adatto alla conduzione delle stesse.

3.3 Riflessioni Conclusive

Rispetto alle questioni che la ricerca mette in evidenza si sottolinea come la modellizzazione e lo studio di sistemi complessi attraverso la simulazione con il coinvolgimento di attori reali in ambienti collaborativi complessi rappresenti una possibilità efficace per la rappresentazione delle situazioni problematiche, nonché l'analisi e la formulazione di ipotesi di soluzione di tipo progettuale.

Il contesto operativo assolutamente non convenzionale che le giocosimulazioni propongono ai partecipanti e la particolare cornice di interazione pseudo-ludica permettono di azzardare ulteriormente il pensiero sulla natura dei problemi che si affrontano con l'utilizzo delle *giocosimulazioni urbane* e su quali strategie orientare l'azione: «oscillare tutti insieme» e «contagiare il virus positivo della collaborazione».

Nel 1948 Warren Weaver in un suo articolo pubblicato su *American Scientist* intitolato "Scienza e Complessità" (*Science and Complexity*), descriveva come la scienza fino ad allora si era potuta confrontare con cosiddetti problemi semplici o tutt'al più problemi di complessità disorganizzata. I primi sono problemi risolvibili attraverso delle equazioni con al massimo due variabili mentre i secondi sono problemi nei quali il numero di variabili è significativamente elevato ed ognuna ha un comportamento casuale e non prevedibile. In questo secondo caso non ha interesse conoscere il comportamento delle singole variabili ma il comportamento medio dei singoli componenti del sistema a partire dalle proprietà e schemi comportamentali del sistema a livello globale. A metà strada tra questi due tipi di problemi si annida un terzo tipo cioè quei problemi definiti sempre da Weaver di «complessità organizzata», una sorta di zona "inesplorata" appartenente al campo dei problemi reali che non può essere mappata attraverso studi di tipo statistico. Più nello specifico, si riferiva al problema di comprendere gli schemi comportamentali di un gruppo di persone che insieme ad un'altro "[...] vasto insieme di

problemi simili in Biologia, Medicina, Psicologia, Economia e in Scienze Politiche sono troppo complicati per essere spiegati attraverso le vecchie tecniche del diciannovesimo secolo che hanno avuto un enorme successo nello spiegare problemi di tipo semplice con al massimo quattro variabili. Tali nuovi problemi non possono essere maneggiati con le tecniche statistiche così efficaci nello descrivere comportamenti medi in problemi di complessità disorganizzata” (p.39). Dunque la possibilità di comprendere e risolvere questo tipo di problemi è legata alla capacità della scienza di fare un terzo grande «balzo in avanti» molto superiore a quelli visti nei due secoli passati.

In base a tale classificazione i problemi che si affrontano con gli studi sui sistemi urbani sono senz'altro problemi di «complessità organizzata» e se la scienza delle reti complesse ed i recenti studi sulla sincronia rappresentano il balzo in avanti che Weaver si aspettava, uno sforzo di integrazione di tali teorie e modelli è ancora necessario a tutti i livelli.

Forse, «**oscillare tutti insieme**» potrebbe essere una soluzione. Le opinioni delle persone così come le posizioni dei decisori e dei portatori di interesse oscillano continuamente in base a mutamenti sui valori e le visioni del mondo e sono influenzate dal proprio vissuto nonché da interessi confliggenti. Pensare alla componente sociale di un sistema urbano come un insieme di lucciole che trovano la giusta sincronia può dare la speranza di fare luce sulle questioni così pressanti ed ancora irrisolte legate agli squilibri urbani e alle forme di convivialità ancora indecifrabili. Le giocosimulazioni urbane di quarta generazione potranno forse farci trovare le condizioni particolari nelle quali un insieme di attori coinvolti in una simulazione interattiva iniziano a costruire un accordo su questioni rilevanti e a mostrare dei comportamenti collettivi virtuosi e stabili nel tempo. E risulta certamente affascinante pensare al comportamento collaborativo alla stregua di un virus che potrebbe essere veicolato e diffuso velocemente tra i membri della rete.

Per questo la strategia di «**contagiare il virus positivo della collaborazione**» ispirati dalle proprietà delle reti di piccolo mondo e ad invarianza di scala potrebbe aiutare a diffondere l'idea che seppur cooperare costa maggiore fatica personale, il sistema-urbano, inteso come società complessa adattiva e come esito della modificazione dello spazio fisico, ne può trarre maggiore beneficio. Soprattutto nel lungo periodo...

BIBLIOGRAFIA

Capitolo 1 - LA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA

1.1. SIMULAZIONE, GIOCO, GIOCO/SIMULAZIONE

1.1.1 La simulazione come modalità di ricerca, sperimentazione e rappresentazione

- Axelrod** R. (1997), *The Complexity of Cooperation*, Princeton University Press, Princeton NJ;
- Batty** M. (2005), *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, The MIT Press, Cambridge, MA;
- Bottari** A. (1978) *Games & Co*, CELID, Torino
- Cecchini** A. (1988), *L'opportunità di simulare*, in A. Cecchini, J. L. Taylor (a cura di) *La simulazione giocata*, Franco Angeli, Milano;
- Forrester** J. W. (1961), *Industrial Dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA;
- _____ (1968), *Principle of Systems*, Wright Allen Press, Cambridge, MA;
- _____ (1969), *Urban Dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA;
- _____ (1971), *World Dynamics*, Wright Allen Press, Cambridge, MA;
- Gilbert** N., **Troitzsch** K. G. (2005 *2^{ed}*), *Simulation for the Social Scientist*, Open University Press, New York;
- Hegselman** R. (1996a), *Cellular Automata in the social sciences; perspective, restrictions and artefacts*, in R. Hegselman et al. (eds.), *Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View*, pp.209-234, Kluwer, Dordrecht;
- _____ (1996b), *Understanding social dynamics: the cellular automata approach*, in K. G. Troitzsch et al. (eds.), *Social Science Microsimulation*, pp.282-306, Springer-Verlag, Berlin;
- Holland** J.H. (1975), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor;
- Ilachinsky** A. (2001), *Cellular Automata*. World Scientific, London;
- Indovina** F. (1989), *Simulazione e Pianificazione*, in A. Cecchini, F. Indovina (a cura di), *Simulazione*, Franco Angeli, Milano;
- Klabbers** Jan H. G. (2006), *The Magic Circle*, Sense Publishers, Rotterdam;
- Mitchel** M. (1998), *An Introduction to Genetic Algorithms*, MIT Press, Cambridge;
- Moretti** S. (1999), *Processi Sociali Virtuali*, Franco Angeli, Milano;
- Nowak** M.A., **Latanè** B. (1994), *Simulating the emergence of social order from individual behaviour*, in J. Doran, N. Gilbert (eds.), *Simulating Societies: The Computer Simulation of Social Phenomena*, pp. 63-84, UCL Press, London;

- Raser J. R.** (2000), *What and Why is a Simulation?*, in W.A. Gamson, SIMSOC, Free Press, New York [riproduzione da *Simulation and Society*, Allyn and Bacon, Boston, 1969];
- Parisi D.** (2001), *Simulazioni*, Il Mulino, Bologna;
- Watts D. J.** (1999), *Small Worlds: The Dynamics of Networks Between Order and Randomness*, Princeton University Press, Princeton;
- Wooldridge M., Jennings, N.R.** (1995), *Intelligent agents: theory and practice*, Knowledge Engineering Review, 10, pp.115-152

1.1.2 Modelli qualitativi e quantitativi

- Klabbers Jan H. G.** (2006), *The Magic Circle*, Sense Publishers, Rotterdam;
- Cecchini A., Rizzi P.** (2001), "Is Urban Gaming Simulation Useful?", *Simulation & Gaming* n°32: 507- 521, Sage

1.1.3 Il gioco come modalità di conduzione delle simulazione

- Bateson G.** (2006, *23ª ed.*), *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano [*ed. orig.* *Steps to an Ecology of Mind*, Chandler Publishing Company, 1972];
- _____ (2006, *13ª ed.*), *Mente e Natura*, Adelphi, Milano [*ed. orig.* *Mind and Nature. A Necessary Unity*, 1979];
- _____ (1996), "Questo è un gioco", Raffaello Cortina Editore, Milano [*ed. orig.* *The Message "This is Play"*, Josiah Macy Foundation, 1956];
- Bottari A.** (1978), *Games & Co*, CELID, Torino;
- Bittanti M.** (2004), *Sim City. Mappando le città virtuali*, Unicopli, Milano;
- Caillois R.** (1981), *I giochi e gli uomini*, Bompiani, Milano [*ed. orig.* *Man, Play and Games*, University of Illinois Press, Chicago, 1958];
- Cecchini A.** (1988), *L'opportunità di simulare*, in A. Cecchini, J. L. Taylor (*a cura di*) *La simulazione giocata*, Franco Angeli, Milano;
- Crookall D., Oxford R., Saunders D.** (1987), *Towards a reconceptualization of simulation: From representation to reality*, *Simulation/Games for Learning*, Vol.17, pp.147 - 170;
- Globus U.** (2004), *The Definition of Game: Revisited*, in W.C. Kriz, T. Eberle (*eds.*), *Bridging The Gap*, Isaga Conference Proceedings, pp.835-842;
- Goffman E.** (2001), *Frame analysis. L'organizzazione dell'esperienza*, Armando editore, Roma [*ed. orig.* *Frame Analysis*, Harper & Colophon, New York, 1974]
- _____ (1988b), *Interazione strategica*. Il Mulino, Bologna [*ed. orig.* *Strategic Interaction*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1969];
- _____ (1988a), *Il rituale dell'interazione*. Il Mulino, Bologna [*ed. orig.* *Interaction Ritual*, Doubleday-Anchor, New York, 1967];
- _____ (1971), *Il comportamento in pubblico*, Giulio Einaudi editore, Torino [*ed. orig.* *Behavior in Public Places: Notes on the Social Organization of Gatherings*, The Free Press, New York, 1963];

- _____ (1969), *La vita quotidiana come rappresentazione*, il Mulino, Bologna [*ed. orig.* *The Presentation of Self in Everyday Life*, Doubleday, New York, 1959];
- Huizinga J.** (2002, 3^a ed.), *Homo ludens*, Einaudi, Torino [*ed. orig.* *Homo Ludens*, Amsterdam, 1939];
- Klabbers Jan H. G.** (2006), *The Magic Circle*, Sense Publishers, Rotterdam;
- Loveluck C.** (2005), *Games, Society and Culture*, in R. Teach, Richard, S. Narasimhan (eds.), *Serious Play: Form, Function and Fun*, Isaga Conference Proceedings, Atlanta;
- Oerter R.** (2004), *Play as an universal human activity - its role in leisure and labour*, in W.C. Kriz, T. Eberle (eds.), *Bridging The Gap*, Proceedings of 35th Isaga Conference, pp.214-223;
- Rizzi P.** (2004b), *Giochi di Città*, Edizioni La Meridiana, Bari;
- Taylor J. L.** (1976), *I giochi di simulazione nell'organizzazione del territorio*, Franco Angeli, Milano [*ed. orig.* *Instructional Planning Systems. A gaming-simulation approach to urban problems*, Cambridge University Press, Cambridge, 1971];
- Zoletto D.** (2001), *Il retroterra filosofico della nozione di frame in Bateson e Goffman*, in AA.VV., "Esercizi filosofici 5", Dipartimento di Filosofia dell'Università di Trieste, Trieste, pp.265-271;

1.1.4 La *Gioco/Simulazione* come linguaggio naturale per l'interazione e l'innovazione in organizzazioni complesse

- Bateson G.** (1996), "Questo è un gioco", Raffaello Cortina Editore, Milano [*ed. orig.* *The Message "This is Play"*, Josiah Macy Foundation, 1956];
- Boocock S. Shild E. O.** (1968), *Simulation Games in Learning*, Sage, Beverly Hills (CA);
- Bottari A.** (1978), *Games & Co*, CELID, Torino;
- Caschili L., Cossu R.** (2006), *Il progetto ambientale dello spazio in situazioni di bordo: interpretazioni e approcci locali*, in G. Maciocco, P. Pittaluga (a cura di) *Il progetto ambientale in aree di bordo*, FrancoAngeli, Milano;
- _____ (2005a), *Un'esperienza di progettazione partecipata nella ri-qualificazione urbana di un quartiere del Comune di Selargius*, in atti della quarta conferenza nazionale INPUT (Informatica e Pianificazione Urbana e Territoriale), Alghero 14-17 Settembre, FrancoAngeli, Milano;
- _____ (2005b), *Il confronto tra sapere tecnico e sapere contestuale in aree urbane di bordo: il caso del Contratto di Quartiere "Canelles-Santa Lucia" a Selargius*, in G. Maciocco, P. Pittaluga (a cura di) *Immagini spaziali e progetto della città*, FrancoAngeli, Milano;
- _____ (2001), *Processi di pianificazione interattiva on-line e off-line in un'area urbana di margine*, in G. Maciocco, P. Pittaluga (a cura di) *La città latente. Il progetto ambientale in aree di bordo*, FrancoAngeli, Milano;
- Caschili L., Cossu R., Pittaluga P.** (2001), *On-line and off-line interactive processes for planning: an application in a marginal urban area*, in atti della seconda conferenza nazionale INPUT (Informatica e Pianificazione Urbana e Territoriale), Isole Tremiti, 27-29 giugno;

- Cecchini A., Recla A.** (1988), Simulazione, Giochi, Giochi di Simulazione. In Enciclopedia di Urbanistica e Pianificazione Territoriale, Volume settimo, Franco Angeli, Milano, pp.637-749;
- Coppard L. C., Goodman F. L.** (1979), Urban Gaming Simulation, University of Michigan Press, Ann Arbor (MI);
- Duke R. D.** (2006), Gaming: il linguaggio per il futuro, La Meridiana, Molfetta-Bari, [*ed. orig.* Gaming: The Future's Language, Sage, New York, 1974];
- Duke R. D., Geurts A.** (2004), *The Discipline of the Policy Exercise*, in W.C. Kriz, T. Eberle (eds.), Bridging The Gap: Transforming Knowledge into Action through Gaming and Simulation, Proceedings of 35th Isaga Conference, pp.1008-1019;
- Greenblat C.** (1972), *Gaming and Simulation in the Social Sciences: A Guide to the Literature*, Simulation & Gaming, 12; vol. 3, pp.477-491;
- _____ (1981) *Seeing Forest and Trees: Gaming- Simulation and Contemporary Problems of Learning and Communication*. In C. Greenblat, R. D. Duke (eds.), Principles and Practice of Gaming-Simulation, Sage, London;
- Huizinga J.** (2002, *3a ed.*), Homo ludens, Einaudi, Torino [*ed. orig.*, Homo Ludens, Amsterdam, 1939];
- Kadushin C.** (2004), *Introduction to Social Network Theory*, disponibile su <http://home.earthlink.net/~ckadushin/Texts/Basic%20Network%20Concepts.pdf> [ultima verifica 20 novembre 2007]
- _____ (2005), *Networks and Small Groups, Structure and Dynamics*. eJournal of Anthropological and Related Sciences, Volume 1, Issue 1 Article 5;
- _____ (2002), *The motivational foundations of social networks*, Social Networks. 24,1, pp.77-91;
- Klabbers, Jan H. G.** (2006), The Magic Circle, Sense Publishers, Rotterdam
- Rizzi P., Cossu R., Caschili L.** (2007), *Power of Empowerment: Some Questions on use of old and new ICT* in atti della Conferenza Internazionale CUPUM2007 "Computers in urban Planning and Urban Management", tenutasi in Brasile dal 10 al 13 luglio;
- Rizzi P., Cossu R.** (2007), *Gaming simulation: a tool for empower social scale-free networks. Some reflections on the impact in urban planning*, in atti della Conferenza Internazionale CUPUM2007 "Computers in urban Planning and Urban Management", tenutasi in Brasile dal 10 al 13 luglio;
- Rizzi P.** (2006), *Giochi di città e città in gioco*, in F. Indovina (a cura di), Il nuovo lessico urbano, FrancoAngeli, Milano;
- _____ (2004b), Giochi di Città, Edizioni La Meridiana, Bari;
- _____ (2003), *I giochi di simulazione nella pianificazione territoriale, urbana e ambientale. Dalla ricerca operativa alla comunicazione*, in G. Maciocco, P. Pittaluga (a cura di), Territorio e Progetto. Prospettive di ricerca orientate in senso ambientale, FrancoAngeli, Milano;
- _____ (2000), *Piccola bibliografia ragionata sui giochi e giochi di simulazione*, in A. Tantucci e E. Cecinelli (a cura di), Europa Ludens, La Meridiana, Bari;
- Taylor J. L.** (1971), Instructional Planning Systems. A gaming-simulation approach to urban problems, Cambridge University Press, Cambridge [*trad.*

it. I giochi di simulazione nell'organizzazione del territorio, Franco Angeli, Milano, 1976);

Taylor J. L., Waldorf R. (1978), *Learning and Simulation Game*, Open University Press, Milton Keynes [*trad. It.*, I Giochi di simulazione per l'apprendimento e l'addestramento, Mondadori, Milano, 1976);

1.1.5 Limiti della *Gioco/Simulazione* in generale

Klabbers Jan H. G. (2006), *The Magic Circle*, Sense Publishers, Rotterdam;

Sartorio L. (1976), *Recenti indirizzi evolutivi della Gaming Simulation nell'insegnamento dell'Urbanistica*, [postfazione all'edizione italiana di J. L. Taylor, *Instructional Planning Systems. A gaming-simulation approach to urban problems*, Cambridge University Press, Cambridge, 1971);

Cecchini A., Rizzi P. (2001), *Is Urban Gaming Simulation Useful?*, *Simulation&Gaming*, 32, pp.507-521;

Taylor J. L. (1971) *Instructional Planning Systems. A gaming-simulation approach to urban problems*, Cambridge University Press, Cambridge [*trad. it.* I giochi di simulazione nell'organizzazione del territorio, Franco Angeli, Milano, 1976)

1.2 GIOCHI DI SIMULAZIONE URBANA NEL XXI° SECOLO

1.2.1 Giosimulazioni urbane e modelli quantitativi a larga scala: ascesa e crisi

Alexander E. R. (1992), *Approaches to Planning: Introducing current planning theories, concept and issues*, Gordon and Breach, Yverdon, Switzerland;

Allen P. (1997), *Cities and regions as self-organizing systems: Models of complexity*, Gordon and Breach, Amsterdam, The Netherlands;

Cecchini A., Recla A. (1988), *Simulazione, Giochi, Giochi di Simulazione*. In *Enciclopedia di Urbanistica e Pianificazione Territoriale*, Volume settimo, Franco Angeli, Milano, pp.637-749;

Cecchini A., Rizzi P. (2001), *Is Urban Gaming Simulation Useful?*, *Simulation&Gaming*, 32, pp.507- 521;

Feldt A. G. (1995), *Thirty- Five Years in Gaming*, *Simulation&Gaming*, 12; vol. 26, pp.448-452;

Hall P. (2002 *3rd ed.*), *Cities of Tomorrow*, Blackwell Publishing, Oxford, UK;

Harris B., (1994) *The real issues concerning Lee's requiem*, *Journal of American Planning Association*, 60, 1, pp.31-34;

Lee D. B. Jr (1973) *Requiem for Large- Scale Models*, *Journal of American Planning Association*, 39, pp.173-178;

Newmann Von J., Morgenstern O. (1944), *Theory of Games and Economic Behaviour*, Princeton University Press, Princeton, NJ;

Rapoport A. (1966), *Two Persons Game Theory - The Essentials Ideas*, The University of Michigan Press, Ann Arbor, MI;

_____ (1960), *Fights, Games and Debates*, The University of Michigan Press, Ann Arbor, MI;

Rizzi P. (2004b), *Giochi di Città*, Edizioni La Meridiana, Bari;

1.2.2 Giosimulazioni urbane come artefatto: Community Land Use Game (CLUG) e Simulated Society (SIMSOC)

Catanese A., J. (1972), *Scientific Methods of Urban Analysis*, University of Illinois Press, Chicago;

Cecchini A., Recla A. (1988) Simulazione, Giochi, Giochi di Simulazione. In *Enciclopedia di Urbanistica e Pianificazione Territoriale*, Volume settimo, Franco Angeli, Milano, pp.637-749;

Cecchini A., Rizzi P. (2001), *Is Urban Gaming Simulation Useful?*, *Simulation&Gaming*, 32, pp.507- 521;

Ellington H., Addinal E., Percival F. (1982), *A Handbook of Game Design*, Kogan Page Limited

Feldt A. G. (1972), *CLUG Community Land Use Game. Player's Manual*. The Free Press, New York;

Feldt A. G., Rycus M. (1988), *Analytical Methods*, in H. Dandekar (ed.), *The Planners' Use of Information*, APA Planner Press, Washington D.C;

Gamson W. A., Peppers L. G. (2000 *5th ed*), *SIMSOC: Simulated Society, Participant's Manual: Fifth Edition (Participant's Manual)*, The Free Press, New York;

Gamson W. A., (1994), *SIMSOC at 30"*, *Simulation&Gaming*, 25, pp.208-212;

Rizzi P. (2006), *Giochi di città e città in gioco*, in F. Indovina (a cura di), *Il nuovo lessico urbano*, FrancoAngeli;

_____ (2005), *Eat the Cabbage, Kill the Wolf. When a game becomes a useful tool for the simulation of communication, information and decision making process*. in R. Teach, S. Narasimhan (eds.), *Serious Play: Form, Function and Fun*, Isaga Conference Proceedings, Atlanta

Wells H. G. (2000), *Giochi da pavimento*, Sellerio, Palermo, (ed. orig. *Floor Games*, Small Maynard and company, Boston, 1912)

1.2.3. Giochi Urbani a larga scala

Benford S. et al. (2007), *Pervasive Games. Bridging the Gasp between the Virtual and the Physical*, in F. von Borries et al. (eds.) *Space Time Play. Computer Games, Architecture and Urbanism: The Next Level*, Birkhäuser, Basel;

Bittanti M. (2004), *Sim City. Mappando le città virtuali*, Unicopli, Milano;

Björk S. (2007), *Changing Urban Perspectives. Illuminating Cracks and Drawing Illusionary Lines*, in F. von Borries et al. (eds.) *Space Time Play. Computer Games, Architecture and Urbanism: The Next Level*, Birkhäuser, Basel;

Gibson J. J. (1979), *The ecological approach to visual perception*, Houghton Mifflin, Boston (trad. it. *Un approccio ecologico alla percezione visiva*, Il Mulino, Bologna, 1999)

McGonigal J. (2007), *Ubiquitous Gaming. A Vision for The Future of Enchanted Spaces*, in F. von Borries et al. (eds.) *Space Time Play. Computer Games, Architecture and Urbanism: The Next Level*, Birkhäuser, Basel;

Montola M. (2007), *Urban Role-Play. The Next Generation of Role-Playing in Urban Space*, in F. von Borries et al. (eds.) *Space Time Play. Computer Games, Architecture and Urbanism: The Next Level*, Birkhäuser, Basel;

Norman D. A. (1999), *Affordances, conventions, and design*, *Interactions*, 6, pp.38-42;

_____ (1988), *The psychology of everyday things*. Basic Books, New York. [*trad. it.* *La caffettiera del masochista. Psicopatologia degli oggetti quotidiani*, Giunti Editore, Firenze, 2005];

Rizzi P. (2006), *Giochi di città e città in gioco*, in F. Indovina (a cura di), *Il nuovo lessico urbano*, FrancoAngeli;

1.3 NUOVE PROSPETTIVE PER LA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA: TEORIE E MODELLI DELLA SCIENZA DELLE RETI COMPLESSE

1.3.1 Una teoria della *Gioco/Simulazione*

Allport F. H. (1962), *A structuronomic conception of behaviour: individual and collective*, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 64, pp.3-30;

Archer M. (1995), *Realist Social Theory: the Morfogenetic Approach*, Cambridge University Press, Cambridge, UK;

Coppard L.C., Goodman F. L. (1979), *Urban Gaming Simulation*, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI;

Dougherty D. (1996), *Organizations for Innovation*, in S.R Clegg, C. Hardy, W. Nord, *Handbook of Organization Studies*, Sage Publishing, London;

Duke R. D. (2006), *Gaming: il linguaggio per il futuro*, La Meridiana, Molfetta-Bari, [*ed. orig.*, *Gaming: The Future's Language*, Sage Publications, New York, 1974];

_____ (1980), "A Paradigm for Game Design", *Simulation & Gaming*, 9, vol. 11, pp. 364-377;

Ellington H., Addinal E., Percival F. (1982), *A Handbook of Game Design*, Kogan Page Limited;

Gharajedaghi J. (1999), *Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity*, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK;

Giddens A. (1993 *2nd ed.*), *Sociology*, Prentice Hall, [*trad. it.* *Sociologia*, Il Mulino, Bologna, 1995];

_____ (1984) *The Constitution of Society*, Cambridge, Polity Press [*trad. it.* *Critica della modernità*, Milano, Il Saggiatore, 1993];

_____ (1976) *New Rules of Sociological Method: A Positive Critique of Interpretative Sociologies*, Hutchinson, London,; [*trad. it.* *Nuove regole del metodo sociologico*, il Mulino, Bologna, 1979];

Greenblat C., Duke R. D. (1981), *Principles of Practice of Gaming- Simulation*, Sage Publications, London;

- Holland** J. H. (1996), *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*, Perseus, Cambridge, MA;
- Joslyn** C. (2000), *Levels of control and closure in complex semiotic systems*, in J. L.R. Chandler, G. Van de Vijver (eds) *Closure: Emergent Organizations and their Dynamics*, Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 901;
- Klabbers** Jan H. G. (2006), *The Magic Circle*, Sense Publishers, Rotterdam;
- _____ (2003), *Simulation and gaming: Introduction to the art and science of design*, *Simulation&Gaming*, 34, pp.488-494;
- _____ (2001a), *The Emerging Field of Simulation & Gaming: Meanings of a Retrospect*, *Simulation&Gaming*, 32, pp.471-480;
- _____ (2001b), *The state of the Art and Science in Gaming and Simulation*, *Simulation & Gaming*, 32, pp.469-570;
- _____ (2001c), *Complexity & Game Theory: a new foundation for experimental, empirical and experiential social systems research*. Proceedings of the 32nd International ISAGA Conference, Bari, 24-27 September;
- Law-Yone** H. (2005), *Is Unification Possible? Towards a Reconstruction of Simulation Gaming*, in R. Teach, S. Narasimhan (eds.), *Serious Play: Form, Function and Fun*, Isaga Conference Proceedings, Atlanta;
- Marshev** V., **Popov** A. (1983), *Element of a theory of gaming*, in I. Stahl (ed.) *Operational Gaming*, Pergamon Press, Oxford, UK;
- Maruyama** M. (1963), *The second cybernetics: deviation-amplifying mutual causal processes*, *American Scientist*, 51, pp.164-79;
- Morin** E. (1999), *Organization and Complexity*, in C. Rossi *et al.* (eds.) *Tempos in science and nature: structures, relations, and complexity*, Annals of the New York Academy of Sciences, vol.879;
- _____ (1993), *Introduzione al pensiero complesso*, Sperling & Kupfer, Milano [*ed. orig.* *Introduction à la pensée complexe*, ESF,1990];
- Miller** J. H., **Page** S. E. (2007), *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*, Princeton University Press, Princeton, NJ;
- Newmann** Von J., **Morgenstern** O. (1944), *Theory of Games and Economic Behaviour*, Princeton University Press;
- Rapoport** A. (1966), *Two Persons Game Theory - The Essentials Ideas*, The University of Michigan Press, Ann Arbor;
- _____ (1960), *Fights, Games and Debates*, The University of Michigan Press, Ann Arbor;
- Sawyer** R. K. (2005), *Social Emergence: Societies As Complex Systems*, Cambridge University Press, Cambridge, UK;
- Taylor** J. L. (1971), *Instructional Planning Systems. A gaming-simulation approach to urban problems*, Cambridge University Press, Cambridge [*trad. it.* *I giochi di simulazione nell'organizzazione del territorio*, Franco Angeli, Milano, 1976];
- van der Leeuw** S., **Aschan-Leygonie** C. (2000), *A Long-Term Perspective on Resilience in Socio-Natural Systems*, paper presentato al workshop «System shocks – System resilience» ad Abisko, Svezia, 22-26 maggio;

Weick K. E., **Westley** F. (1996), *Organizational Learning: Affirming an Oximoron*, in S.R Clegg, C. Hardy, W. Nord, Handbook of Organization Studies, Sage Publishing, London;

Weick K. E. (1979), *The Social Psychology of organizing*, Addison-Wesley, London;

1.3.2 Teorie e Modelli della Scienza delle Reti Complesse nella Gioco/Simulazione Urbana

Allport F. H (1962), *A structuronomic conception of behaviour: individual and collective*, Journal of Abnormal and Social Psychology, 64, pp.3-30;

Archer M. (1995), *Realist Social Theory: the Morfogenetic Approach*, Cambridge University Press, Cambridge, UK;

Barabási A. L., **Albert** R. (1999), *Emergence of Scaling in Random Networks*, Science, 286, pp.509-512;

Duke R. D. (2006), *Gaming: il linguaggio per il futuro*, La Meridiana, Molfetta-Bari, [ed. orig., *Gaming: The Future's Language*, Sage Publications, New York, 1974];

Klabbers Jan H. G. (2006), *The Magic Circle*, Sense Publishers, Rotterdam;

van der Leeuw S., **Aschan-Leygonie** C. (2000), *A Long-Term Perspective on Resilience in Socio-Natural Systems*, paper presentato al workshop «System shocks – System resilience» ad Abisko, Svezia, 22-26 maggio;

Watts D. J., **Strogatz** S. (1998), *Collective Dynamics of "Small World" Networks*, Nature, 393, pp.440-442;

Watts D. J. (2004), *The "New" Science of Networks*, Annual Review of Sociology, 30, pp.243-270;

Capitolo 2 - SCIENZA DELLE RETI COMPLESSE: TEORIE E MODELLI PER LA
GIOCO/SIMULAZIONE URBANA

2.1. RETI COMPLESSE: TEORIE E MODELLI

- Barabási A. L., Albert R.** (1999), *Emergence of Scaling in Random Networks*, Science, vol.286, pp.509-512;
- Baran P.** (1964), On Distributed Communications, First Memorandum, Rand Corporation;
- Biggs N. L. et al.** (1976), Graph Theory, Clarendon Press, Oxford;
- Bollobás B.** (1998), Modern Graph Theory, Springer-Verlag, New York;
- _____ (1981) *Degree Sequences of Random Graphs*, Discrete Mathematics, Vol.33, p.1;
- de Sola Pool I., Kochen M.** (1978), *Contacts and Influence*, Social Networks, 1, pp.5-51;
- Erdos P., Rényi A.** (1960) *On the Evolution of Random Graphs*, Pub. Math. Inst. Hung. Acad. Sic., Vol.5, pp.343-347;
- Granovetter M.** (1973), *The Strength of Weak Ties*, American Journal of Sociology, 78, 6, pp.1360-1380 [disponibile anche su <http://www.stanford.edu/dept/soc/people/faculty/granovetter/documents/TheStrengthofWeakTies.pdf>. Ultima verifica 20 novembre 2007];
- _____ (1978), *Threshold models of collective behavior*, American Journal of Sociology, 83, pp.1420- 1433;
- _____ (1983), *The Strength of the Weak Tie: Revisited*, Sociological Theory, 1, 201-33;
- _____ (1994) Getting a Job, Harvard University Press, Cambridge, MA;
- _____ (2003), *Ignorance, Knowledge and Outcomes in a Small World*. Science, 301, pp.773-774 [disponibile anche su <http://www.stanford.edu/dept/soc/people/faculty/granovetter/documents/SciencePerspective8-03.pdf>. Ultima verifica 20 novembre 2007];
- Guare J.** (1990), Six Degrees of Separation, Vintage Books, New York
- Karinsky F.** (1929), Chains, in M. E. J. Newman *et al.* (eds.) (2006), The Structure and Dynamics of Complex Networks, Princeton University Press, Princeton;
- Jacobs J.** (1961 *1st ed*), The Death and Life of Great American Cities, Vintage Books, New York, [*trad. it.* Vita e morte delle grandi città. Saggio sulla metropoli americana, Einaudi, Torino, 1969];
- Kleinfeld J. S.** (2002), *The Small World Problem*, Society, 39, 2, pp.61-66;
- _____ Could it be a big world after all? (http://www.judithkleinfeld.com/ar_bigworld.html);
- _____ Six Degrees of Separation: An Urban Myth?" (http://www.judithkleinfeld.com/ar_sixdegrees.html)
- Milgram S.** (1967), *The Small World Problem*, Psychology Today, 2, pp.60-67

- Newman M. E. J., Barabasi, A. L., Watts D. J. (eds.)** (2006), *The Structure and Dynamics of Complex Networks*, Princeton University Press, Princeton;
- Shroeder M.** (1991), *Fractal, Chaos, Power Laws: Minutes from an Infinite Paradise*, W. H. Freeman, New York;
- Solomonoff R., Rapoport A.** (1951), *Connectivity of Random Nets*, Bulletin of Mathematical Biophysics, 13, pp.107-127;
- Shannon C.** (1948), *A Mathematical Theory of Communication*, Bell system Technical Journal;
- Travers J., Milgram S.** (1969), *An experimental study of the small-world problem*, Sociometry, 32,4, pp.425-443;
- Wasserman S., Faust K.** (1994), *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge;
- Watts D. J., Strogatz S.** (1998) *Collective Dynamics of "Small World" Networks*, Nature, 393, pp. 440-442;
- West D.** (2001 *2nd ed.*), *Introduction to Graph Theory*, Prentice Hall, Upper Saddle River;

2.1.1 Sincronia

- Lorenz E.** (1979), *Predictability: Does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas?* [discorso tenuto in occasione dell'assemblea annuale della American Association for the Advancement of Science tenutosi a Washington il 29 dicembre]
- Pecora L. M., Carrol T. L.** (1990), *Synchronization in chaotic systems*, Physical Review Letters, 64, pp.821-824;
- Strogatz S.** (2003), *Sincronia*, Rizzoli, Milano (*ed. orig.* Sync. The Emerging Science of Spontaneous Order, Hyperion Press, 2003);

2.1.2 Reti di piccolo mondo (Small world networks)

- Cassar A.**, (2007) *Coordination and Cooperation in Local, Random and Small World Networks: Experimental Evidence*, Games and Economic Behavior, Vol.58, 2, pp. 209-230;
- Strogatz S.** (2001), *Exploring complex networks*, Nature, 410, pp.268- 276;
- Watts D. J., Strogatz S.** (1998), *Collective Dynamics of "Small World" Networks*, Nature, 393, pp. 440-442;
- Watts D. J.**, (2003), *Six Degrees: The Science of a Connected Age*, Norton, New York;
- _____ (1999), *Small Worlds: The Dynamics of Networks Between Order and Randomness*, (Princeton University Press, Princeton, NJ;

2.1.3 Reti ad invarianza di scala (Scale-Free Networks)

- Barabási A. L.** (2005) *Taming Complexity*, Nature, Vol.1, pp. 68-70
- _____ (2003 *1st ed.*), *Link. La scienza delle reti*, Einaudi, Torino (*ed. orig.* Linked, Penguin, New York, 2002)

- Barabási A. L., Bonabeau E.** (2003), *Scale-Free Networks*, Scientific American, 288, pp.50-59;
- Bianconi G., Barabási A. L.** (2001), *Competition and multiscaling in evolving networks*, Europhysics Letters, 54, 4, pp.436-442;
- Strogatz S.** (2003), Sincronia, Rizzoli, Milano [*ed. orig.* Sync. The Emerging Science of Spontaneous Order, Hyperion Press, 2003];
- Strogatz S.** (2001), *Exploring complex networks*, Nature, 410, pp.268- 276;

2.1.4 Robustezza, ridondanza, resilienza, ricercabilità, feedback (4r e una f)

- Barabási A. L., Bonabeau E.** (2003), *Scale-Free Networks*, Scientific American, 288, pp.50-59;
- Baran P.** (1964), On Distributed Communications, First Memorandum, Rand Corporation;
- Kleinberg J.** (2000), *Navigation in a small world*, Nature, 406, p.845;
- Watts D.J., Dodds P. S., Newman M. E. J.** (2002), *Identity and search in social networks*, Science, 296, pp.1302-1305;

2.1.5 Contagio e diffusione: Soglia Critica e Punti Critici

- Barnes J. A.** (1954) *Class and Committies in a Norwegian Island Parish*, Human Relations, 7, pp.39-58;
- Bollobás B., Riordan O.** (2006), Percolation, Cambridge University Press, Cambridge, MA;
- Granovetter M.** (1973), *The Strength of Weak Ties*, American Journal of Sociology, 78, 6, pp.1360-1380 [disponibile anche su <http://www.stanford.edu/dept/soc/people/faculty/granovetter/documents/TheStrengthofWeakTies.pdf>. Ultima verifica 20 novembre 2007]
- Grodzins M.** (1957) *Metropolitan Segregation*, Scientific American, 197, pp.33-41;
- Kermack W. O., McKendrick A. G.** (1927), Contribution to the mathematical theory of epidemics, Proceedings of the Royal Society of London, Series A, 115, pp.700-721;
- _____ (1932), The problem of endemicity, Proceedings of the Royal Society of London, Series A, 138, pp.55-83;
- _____ (1932), Contribution to the mathematical theory of epidemics III, Proceedings of the Royal Society of London, Series A, 141, pp.94-122;
- Newman M. E. J., Watts D.J.** (1999), *Scaling and Percolation in the small-world network model*, Physical Review E, 60, pp.7332-7342;
- Pastor-Satorras R., Vespignani A.**, (2001) *Epidemic Spreading in Scale- Free Networks*, Physical Review Letters, 86, 14, pp.3200-3203;
- Rapoport A.** (1953), *Spread of information through a population with sociostructural bias*, Bulletin of Mathematical Biophysics, 15, pp.523- 543

- _____ (1954), *Spread of Information through a Population with Sociostructural Bias. III Suggested Experimental Procedures*. Bulletin of Mathematical Biophysics, 16, pp.75-81;
- Shelling T.** (1971), *Dynamic Models of Segregation*, Journal of Mathematical Sociology, 1, pp.143-186;
- Stauffer D., Aharony A.** (1994 *2nd ed.*), Introduction to Percolation Theory, Taylor & Francis, London
- Virili F.** (2006), *Non tutti i nodi di una rete sono uguali. Small worlds. Effetti rete e accettazione tecnologica*, in Ticonzero n°63, www.sdabocconi.it/ticonzero
- Watts D. J.** (2002), *A Simple Model of Global Cascades on Random Networks*, Proceedings of the National Academy of Sciences USA, Vol.99, pp.5766-5771;
- _____ (2003), *Six Degrees: The Science of a Connected Age*, Norton, New York
- _____ (2004), *The "New" Science of Networks*, Annual Review of Sociology, 30, pp. 243-270;

2.2. ALCUNI ESEMPI DI UTILIZZO DEL CONCETTO CLASSICO DI RETE

2.2.1 Pianificazione Territoriale: il Master Plan per lo Strijp Philips ad Eindhoven

Branzi A. (2006), *Modernità debole e diffusa*, Skira Editore, Milano;

2.2.2 Sociologia Urbana: il modello "Spazio Partecipazione"

Ciaffi D., Mela A. (2006), *La partecipazione*, Carocci, Roma;

Mela A. (2006), *Sociologia delle città*, Carocci, Roma;

_____ (1994 *6^a ed.*), *La città come sistema di comunicazioni sociali*, FrancoAngeli, Milano;

2.2.3 Giochi di Simulazione: PERFORM-P

Klabbers Jan H. G. (2006), *The Magic Circle*, Sense Publishers, Rotterdam;

2.3 LA IMPLEMENTAZIONE DELLE TEORIE E DEI MODELLI DELLE RETI COMPLESSE NELLA *GIOCO/SIMULAZIONE* URBANA

2.3.1 Perché implementare teorie e modelli delle reti complesse nella *Gioco/Simulazione* applicata alle questioni urbane

Bottari A. (1978), *Games & Co*, CELID, Torino;

von Borries F. et al. (eds.) *Space Time Play. Computer Games, Architecture and Urbanism: The Next Level*, Birkhäuser, Basel;

Castells M. (2004), *La città delle reti*, Marsilio, Padova;

- Coppard L. C., Goodman F. L.** (1979) *Urban Gaming Simulation*, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI;
- Duke R. D.** (2006), *Gaming: il linguaggio per il futuro*, La Meridiana, Molfetta-Bari, (*ed. orig.*, *Gaming: The Future's Language*, Sage Publications, New York, 1974);
- Duke R. D., Geurts, A.** (2004), *The Discipline of the Policy Exercise*, in W.C. Kriz, T. Eberle (*eds*), *Bridging The Gap: Transforming Knowledge into Action through Gaming and Simulation*, Proceedings of 35th Isaga Conference, pp.1008-1019;
- Forester J.** (1999), *The Deliberative Practitioner. Encouraging Participatory Planning Process*, MIT Press, Cambridge, MA;
- _____ (1998), *Pianificazione e Potere. Pratiche e teorie interattive del progetto urbano* (*ed. orig.* *Planning in the Face of Power*, The Regents of the University on California, 1989);
- Friedman J.** (1993), *Pianificazione e Dominio Pubblico*, Dedalo, Bari (*ed. orig.* *Planning in the Public Domain: from knowledge to action*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1987);
- Goodman F. L.** (1995), *Practice in Theory*, *Simulation&Gaming*, 26, 2, pp.178-190;
- Healey P.** (2003), *Città e Istituzioni*, Dedalo, Bari. (*ed. orig.* *Collaborative Planning. Shaping Places in Fragmented Societies*, Macmillan, London, 1997);
- Klabbers Jan H. G.** (2006), *The Magic Circle*, Sense Publishers, Rotterdam;
- Rizzi P.** (2004a), *The use of software focused on the analysis and simulation of complex systems to plan and create Gaming Simulations*, in W.C. Kriz, T. Eberle (*eds*), *Bridging The Gap: Transforming Knowledge into Action through Gaming and Simulation*, Proceedings of 35th Isaga Conference, pp.872-882;