

POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Gestionale**

Tesi di Laurea Magistrale

**Un modello matematico per gli ecosistemi
imprenditoriali**



Relatore:

Prof. Emilio Paolucci

Candidato:

Tiziano Giardini

A.A 2018-2019

Indice

1. Introduzione	4
2. Literature Review	8
2.1. La teoria dell'ecosistema imprenditoriale	8
2.1.1. Cosa vuol dire "Imprenditoriale"?	8
2.1.2. L'origine del concetto di ecosistema imprenditoriale	9
2.1.3. La definizione di ecosistema imprenditoriale	14
2.1.4. Componenti di un ecosistema imprenditoriale	16
2.1.5. Le relazioni nell'ecosistema imprenditoriale	18
2.1.6. La scala degli ecosistemi	20
2.1.7. La governance degli ecosistemi	21
2.1.8. Il ciclo di vita degli ecosistemi	23
2.2. Lo stato della teoria degli ecosistemi imprenditoriali	26
2.3. Domande di ricerca	28
2.3.1. Ecosistemi imprenditoriali	29
2.3.2. Modello PUT e Ecosistemi imprenditoriali	29
2.3.3. Risultati del modello e realtà	29
3. L'urna di Polya ad innesco di innovazione	30
3.1. Motivazioni principali	30
3.1.1. Leggi di potenza e imprenditorialità	30
3.1.2. L'"adiacente possibile"	31
3.3. Un modello matematico per l'emergenza delle novità	33
3.4. La legge di Potenza	34
3.5. La Heaps' Law e la Zipf's Law	35
3.6. I modelli matematici per l'emergenza delle innovazioni	36
3.7. Il modello PUT	37
3.5. Il rapporto $v\rho$	39
4. Il parallelo realtà-modello	40
4.1. Un primo punto di partenza	40
4.2. Le leggi di Heaps' e Zipf's e gli ecosistemi	41
4.3. Definizione del parallelo realtà-modello	41
4.4. Il parallelo	42
4.4.1. L'urna	42

4.4.2.	Palline e colori	42
4.4.3.	Estrazione, Adiacenza e Rinforzo.....	44
4.4.4.	Il rapporto rho/nu	46
4.4.5.	Le condizioni risultanti e i problemi del modello.....	47
5.	I limiti del modello.....	49
5.1.	Riconoscimento delle innovazioni nel tempo.....	49
5.1.1.	Eliminazioni di palline dall'urna	49
5.2.	Ondate di innovazione e potenzialità.....	53
5.2.1.	Rinforzi dipendenti dal colore	54
5.3.	Vincoli di budget	56
5.4.	Discussione finale.....	57
6.	Conclusioni.....	59
	Bibliografia.....	60
	Ringraziamenti	68

1. Introduzione

Il concetto di ecosistema imprenditoriale negli ultimi anni ha guadagnato sempre più popolarità tra gli studiosi (Stam, 2015), i professionisti e i decisori politici (Mason and Brown 2014).

La definizione di cosa sia un ecosistema imprenditoriale è ancora oggetto di studio, ma, in generale, un ecosistema imprenditoriale è “un set di attori e fattori interdipendenti coordinati in modo da attivare un’imprenditorialità produttiva all’interno di un particolare territorio” (Stam & Spigel, 2016). Grazie al fatto che il concetto di ecosistema imprenditoriale ha reso possibile spiegare la persistenza dell’imprenditorialità in una regione (Spigel, 2017) come fenomeno connesso alla presenza di attori multipli che interagiscono con le start-ups all’interno di hotspot geografici, questo argomento è stato sposato dai governi per migliorare il contesto per l’imprenditorialità e l’innovazione. (Acs et al., 2017).

L’efficacia di un ecosistema imprenditoriale è legata al fatto che fornisce una visione olistica per comprendere come si formano i cluster di attività economiche e come la crescita delle imprese è influenzata dall’ambiente esterno oltre alle routine interne e operations (Brown & Mason, 2014). Questa stessa visione olistica è però caratterizzata da un’alta complessità. Isenberg (2011) ha identificato oltre 50 attori divisi in sei categorie, e solo di recente gli studi si sono soffermati su come il contesto regionale attivi l’imprenditorialità.

Malgrado la diffusione di questo concetto, in letteratura è presente una mancanza di sviluppo concettuale, che porta all’assenza di teorie e modelli che descrivono il fenomeno (Autio et al., 2018; Brown and Mason, 2017; Spigel, 2017).

Questo elaborato si pone l’obiettivo di fornire alcune intuizioni teoriche sulle dinamiche che avvengono in un ecosistema imprenditoriale, grazie all’utilizzo di un modello matematico recentemente proposto nella letteratura statistica che cerca di spiegare l’emergenza delle innovazioni in un determinato spazio.

La tesi è composta da quattro capitoli ed è strutturata ispirandosi al seguente schema sulla costruzione di una teoria proposto da Christensen & Sundahl (2001).

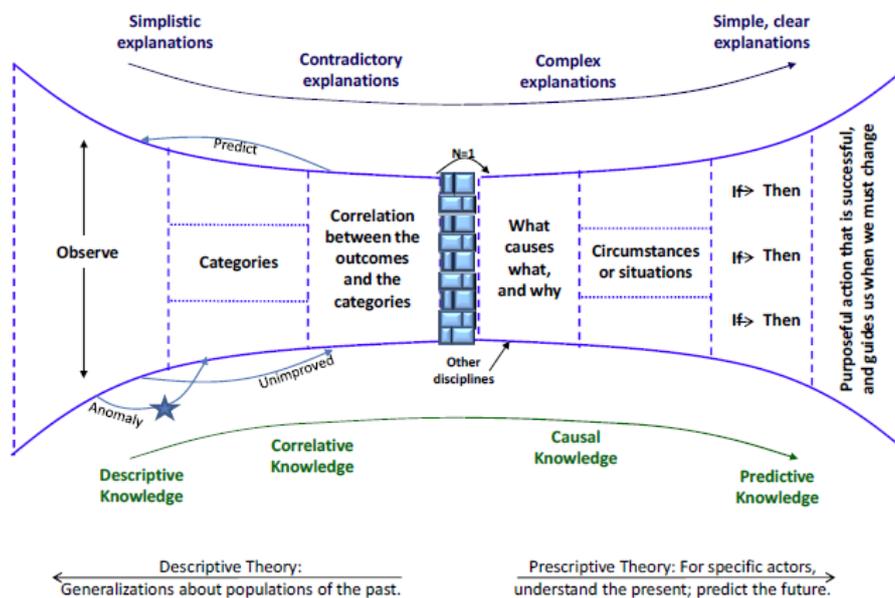


Figura 1 Processo di theory building [Fonte: Christensen and Sundahl, 2001]

Come descritto da Christensen and Sundahl (2001), il processo di costruzione di una teoria avviene in due fasi principali: una fase descrittiva e una fase prescrittiva. All'interno di ognuna di queste fasi, i ricercatori procedono lungo tre passaggi. In figura 1 è possibile osservare l'intero processo.

Come descritto in figura, la conoscenza evolve da una forma descrittiva, ad una correlativa, poi ad una causale e infine diventa conoscenza predittiva. Anche l'abilità dei ricercatori di spiegare ciò che hanno appreso migliora durante il processo, arrivando addirittura al punto di poter fornire spiegazioni semplici che aiutano a capire ciò che si è appreso anche ai non esperti.

La fase descrittiva del processo di theory-building è uno stadio preliminare perché i ricercatori devono passarci per poter sviluppare la parte prescrittiva. I tre passaggi che sono generalmente associati a questa fase sono l'osservazione, la categorizzazione e l'associazione.

Durante il primo passaggio, l'osservazione, i ricercatori osservano il fenomeno, descrivendo e misurando quello che esplorano. L'importanza di questo passaggio è che per poter migliorare la teoria è necessario essere d'accordo sulla descrizione del fenomeno. In questo step i ricercatori sviluppano costrutti, ovvero astrazioni che aiutano a comprendere l'essenza di cosa sia il fenomeno e di come operi e rappresentano le fondamenta della teoria.

Nel secondo passaggio, la classificazione, i ricercatori tipicamente dividono il fenomeno in categorie, costruite utilizzando gli attributi del fenomeno. Questa categorizzazione aiuta i ricercatori a semplificare il mondo in modi che evidenziano relazioni consequenziali tra il fenomeno e il risultato di interesse. Questi schemi di categorizzazioni vengono di solito chiamati *frameworks*.

Al terzo e ultimo passaggio di questa fase, l'associazione, i ricercatori esplorano le relazioni tra gli attributi e i risultati osservati. Si riconoscono e si rendono esplicite le differenze e l'importanza di questi attributi, correlandoli con i risultati di interesse. Generalmente, gli output di questa fase sono i modelli.

La teoria sviluppata durante la fase descrittiva è generalmente in grado di creare dichiarazioni probabilistiche di associazione che rappresentano le tendenze medie di una popolazione statistica. Questo tipo di conoscenza non fornisce una formula da seguire per ottenere il risultato medio in una situazione specifica. Per ottenere questo risultato, è necessario attraversare la fase prescrittiva.

Durante la fase descrittiva, a causa dai conflitti che si generano sulla categorizzazione del fenomeno, si genera una confusione che si risolve solo quando i ricercatori compiono un balzo cognitivo oltre le dichiarazioni di correlazione per definire ciò che causa l'esito di interesse.

Ipotizzando che la loro dichiarazione di causalità sia corretta, i ricercatori iniziano a testare tali ipotesi di causalità. Quando si individuano anomalie, i ricercatori iniziano uno stadio di categorizzazione che, a differenza di quello della fase descrittiva, cerca di identificare le diverse situazioni e circostanze in cui si potrebbe trovare un manager. Attraverso questo processo di ricerca di anomalie, i ricercatori definiscono un set relativamente completo di circostanze che gli permette di generare delle dichiarazioni del tipo "if-then" che mostrano come e perché un certo meccanismo causale risulti in un certo risultato. Questo tipo di dichiarazioni permetterà ai manager di sapere, in ogni situazione data, quale azione dovrebbero intraprendere.

Nella tesi, il capitolo 2, che ospita una review della letteratura sugli ecosistemi, rappresenta la fase descrittiva della costruzione della teoria sugli ecosistemi imprenditoriali, poiché a causa della mancanza di sviluppo concettuale descritta in precedenza, nessuno è ancora riuscito a fornire dichiarazioni di causalità adeguate a passare alla fase prescrittiva. Nel capitolo 3, si descriveranno le motivazioni che hanno portato alla scelta di questo modello e una panoramica dei modelli matematici per l'emergenza delle innovazioni con un focus sul modello scelto. Nel capitolo 4, si cercherà di sfondare la parete tra fase descrittiva e fase prescrittiva andando ad analizzare più nel dettaglio il parallelo tra fenomeno e modello, estrapolando una serie di risultati e condizioni, insieme ad un'analisi di alcune estensioni del modello che aiuterebbero a

migliorare ulteriormente il grado di fit tra realtà e modello. Il quinto e ultimo capitolo contiene le conclusioni generali sul lavoro.

2. Literature Review

2.1. La teoria dell'ecosistema imprenditoriale

In questo paragrafo si forniranno tutti i risultati degli studi effettuati sugli ecosistemi imprenditoriali, risultati dalla fase descrittiva del processo di theory-building. Si introdurrà il concetto di imprenditorialità studiata in questo approccio e la sua origine a partire dalla letteratura preesistente. Successivamente, si introdurrà la definizione di ecosistema imprenditoriale e i componenti che la compongono, risultato della prima e seconda parte della fase descrittiva del processo di theory-building.

2.1.1. Cosa vuol dire “Imprenditoriale”?

Negli ultimi anni, il concetto di “Ecosistema Imprenditoriale” ha generato un grande interesse in letteratura come insieme di processi che incoraggiano la formazione di nuove imprese e la loro crescita.

Prima di procedere con la descrizione di questo concetto, è necessario comprendere che cosa si intenda per imprenditorialità. Secondo Isenberg (2011a) infatti, il termine imprenditorialità rischia di essere esteso eccessivamente di significato a causa delle sue miriadi di derivati. Per evitare questo rischio, bisogna distinguere tra piccole e medie imprese, lavoro autonomo e imprenditorialità. Un imprenditore, secondo Isenberg, è una persona che cerca continuamente di creare valore economico tramite la crescita. L'imprenditorialità è ambiziosa, risk-taking e ha una natura intrinsecamente “contrarian” dato che lo sfruttamento di una opportunità si basa sulla percezione di quello che sai, vedi, o hai che gli altri non sanno, vedono o hanno.

Aulet e Murray (2013) identificano due tipi distinti di imprenditorialità: imprese “innovation-driven” (IDEs) e piccole e medie imprese (SMEs). Questi due tipi rappresentano dei ruoli economici molto diversi e quindi necessitano di policies di supporto separate. Le IDEs sono imprese che cercano di sfruttare opportunità globali identificando e commercializzando innovazioni potenzialmente di grande crescita che possono creare vantaggio competitivo. Questo concetto è in linea con la definizione di imprenditore fornita da Schumpeter (1934), secondo il quale ogni attività imprenditoriale è collegata all'innovazione. Le SMEs invece, si concentrano sui mercati locali con modelli di business convenzionali che non presentano grandi vantaggi competitivi. In Figura 1 è possibile osservare le caratteristiche dei due tipi:

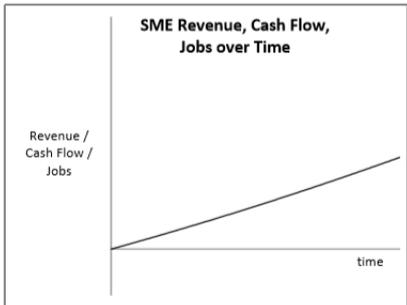
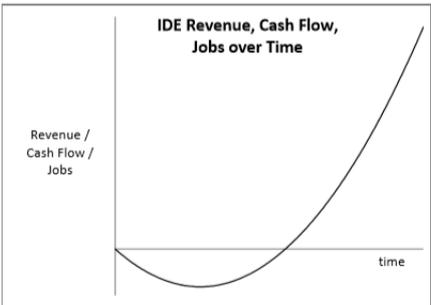
SME Entrepreneurship	IDE Entrepreneurship
Focus on addressing local and regional markets only.	Focus on global markets.
Innovation is not necessary to SME establishment and growth, nor is competitive advantage.	The company is based on some sort of innovation (tech, process, business model) and potential competitive advantage.
“Non-tradable jobs”—jobs generally performed locally, e.g. restaurants, dry cleaners, service industry.	“Tradable jobs”—jobs that do not have to be performed locally.
Most often family businesses or businesses with very little external capital.	More diverse ownership base including wide array of external capital providers.
The company typically grows at a linear rate. When you put money into the company, the system (revenue, cash flow, jobs, etc.) will respond quickly in a positive manner.	The company starts by losing money, but if successful will have exponential growth. Requires investment. When you put money into the company, the revenue/cash flow/jobs numbers do not respond quickly.
	

Figura 1 IDE vs. SME (Aulet & Murray, 2013)

Sia Isenberg (2011a) che Aulet e Murray (2013) identificano come elementi caratteristici principali del concetto di imprenditorialità l’innovazione e l’ambizione di crescita. In letteratura, l’idea di separare i criteri tradizionali di imprenditorialità e le misurazioni più appropriate alle IDEs, come misure di innovazione e orientamento alla crescita è un fenomeno sempre più evidenziato (Henrekson & Sanandaji, 2014; S. Shane, 2009; Stam et al., 2012).

L’approccio legato agli ecosistemi imprenditoriali si concentra proprio su questo tipo di imprenditorialità, argomentando che questo tipo di imprese rappresenta la fonte primaria di occupazione, innovazione e crescita (Foster et al., 2013; C. Mason & Brown, 2014). Mason & Brown (2013) sottolineano inoltre l’importanza delle start-ups poiché esse sono quelle che diventeranno imprese ad alta crescita. Questo è stato anche dimostrato dallo studio empirico di Motoyama (2014), dove ha rivelato che gli Stati con un alto numero di startup hanno la tendenza a creare più imprese ad alta crescita.

2.1.2. L’origine del concetto di ecosistema imprenditoriale

L’interesse nell’imprenditorialità dal punto di vista della ricerca nasce per l’influenza che presenta su un fattore economico fondamentale: la creazione di nuovi posti di lavoro. È

stato dimostrato da Stangler and Litan (2009) che la nascita di posti di lavoro ha tre driver principali: le start-ups, giovani imprese con un'età compresa tra uno e cinque anni, e dalle imprese più grandi e più vecchie.

I vantaggi però non finiscono qui, infatti, poiché le nuove imprese commercializzano nuove innovazioni, esse diventano più produttive delle imprese già presenti sul mercato, contribuendo alla creazione di ricchezza aggregata (Stangler, 2009; Haltiwanger, 2012).

Infine, l'imprenditorialità di successo crea importanti effetti di spillover (Isenberg, 2011a), come ad esempio la creazione di nuova attività imprenditoriale incentivando un mindset di tipo risk-taking nella popolazione. Inoltre, la maggior parte degli imprenditori di successo continua a rimanere coinvolta nella comunità imprenditoriale anche dopo aver venduto il proprio business. Alcuni di questi iniziano attività di supporto che rinforzano la comunità imprenditoriale mentre altri diventano imprenditori seriali, creando nuove imprese, agendo come mentori e advisors, o entrando nei consigli di amministrazione delle start-ups. Altri ancora diventano business angels o creano un fondo di venture capital. Mason & Harrison (2006) chiamano questo fenomeno "entrepreneurial recycling", caratteristica principale dell'ecosistema imprenditoriale "vibrant" (Mason & Brown, 2014).

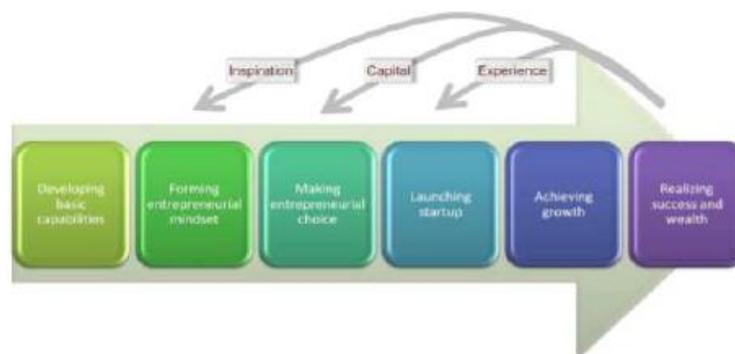


Figure 2 Effetti di spillover da imprenditorialità di successo [Fonte: Isenberg, 2011a]

Il concetto di ecosistema imprenditoriale nasce dalla volontà di fornire strumenti che permettano di sviluppare l'imprenditorialità. Secondo Isenberg (2011a), per ottenere un'imprenditorialità che sia relativamente self-sustaining e autosufficiente, i leader pubblici devono tenere conto del carattere interconnesso dell'ambiente imprenditoriale e intervenire olisticamente. Nella pratica questo vuol dire agire allontanandosi da interventi specifici per le aziende e concentrandosi sullo sviluppo di infrastrutture di supporto, sviluppando reti e creando sinergie tra i vari stakeholders (Rodríguez-Pose, 2013; Warwick, 2013). Questo approccio quindi evidenzia il fatto che ci sono degli elementi al di fuori delle imprese ma all'interno della regione che migliorano la competitività di una nuova impresa (Spigel, 2015; Stam & Spigel, 2016) e si focalizza sulle strategie per

rinforzare questi componenti esterni, andando a creare un ambiente commerciale conduttivo che potenzia la creazione di nuove imprese e la crescita della regione.

Nel campo della ricerca sull'innovazione e sul business, la nozione di ecosistema è relativamente nuova. Acs et al. (2017) sostiene che esso origini da due diverse letterature: quella sullo sviluppo regionale e quella strategica. La letteratura sullo sviluppo regionale comprende un insieme di concetti collegati come distretti industriali (Marshall, 1890), cluster industriali regionali (Porter, 1998) e sistemi di innovazione regionale (Stam e Spigel, 2017; Terjesen et al., 2017). Questa letteratura si focalizza sulla performance regionale relativa ad un determinato output, sia esso la produttività, l'occupazione o l'innovatività. In particolare, ha in comune l'attenzione all'ambiente esterno con l'approccio degli ecosistemi imprenditoriali (Spigel, 2015; Stam & Spigel, 2016), indicando che esistono forze al di fuori delle imprese che migliorano la competitività delle stesse.

	Key actors	Key concepts	Input into Entrepreneurial Ecosystem approach	Key outcome
Marshallian industrial district	SMEs	Labor market pooling; specialized goods and services; knowledge spillovers; market competition	Talent (labor market pooling), intermediate services (specialized goods and services), knowledge (spillovers)	Regional economic growth (productivity)
Italianate Industrial district	SMEs; local government	Flexible specialization, interfirm cooperation, trust (social embeddedness)	Networks between entrepreneurs and enterprises	Regional economic growth (employment)
Cluster	Innovative firms	Factor conditions; demand conditions; related and supporting industries; firm structure, strategy and rivalry	Talent, finance, knowledge, physical infrastructure (factor conditions); demand (demand); support services / intermediaries (related and supporting industries); ...	National / regional competitiveness (productivity of particular industries)
Innovation system	Innovative firms; national government	Networks, inter-organizational learning, system	Knowledge, finance, formal institutions, demand	Innovation

Figure 3 Confronto tra distretti industriali, clusters e sistemi di innovazione. [Fonte: Stam & Spigel, 2016]

Quello che differenzia l'ecosistema imprenditoriale da questi approcci è il fatto che l'imprenditore stesso, e non le imprese, è al centro del concetto (Stam & Spigel, 2016). Quindi, l'imprenditorialità in questo approccio non è solo un risultato dell'ecosistema ma è anche un input importante, essendo l'imprenditore un attore chiave che forma il sistema e lo tiene in salute (Feldman, 2014). Questo trasforma il ruolo del governo da attore centrale a alimentatore dell'ecosistema (Feld, 2012).

Un'altra differenza riguarda il fatto che cluster e industrial district sono formati da imprese di una particolare industria mentre l'ecosistema imprenditoriale è composto da

un insieme eterogeneo di imprese (Spigel, 2015). Inoltre, questo approccio si concentra esplicitamente sulle start-ups e sulle imprese ad alta crescita (C. Mason & Brown, 2014; Stam & Spigel, 2016).

Un'ultima differenza riguarda il ruolo degli spillover di conoscenza (Stam & Spigel, 2016). I modelli tradizionali si focalizzano sulla conoscenza tecnologica e quella di mercato (Cooke, 2001) mentre l'approccio dell'ecosistema imprenditoriale ne aggiunge un terzo: la conoscenza del processo stesso di imprenditorialità (Stam & Spigel, 2016). Sviluppare un business plan, scalare un'impresa e presentare un'idea agli investitori sono tutti esempi di questa conoscenza. Diventa quindi cruciale che gli imprenditori agiscano come mentori e si colleghino con altri imprenditori, causando la proliferazione di questo tipo di conoscenza (Lafuente, Vaillant & Rialp, 2007). Queste differenze sono riassunte in figura 3.

Approach	Industrial District, Cluster, Innovation System	Entrepreneurial Ecosystem
Main focus	Main focus is on economic and social structures of a place that influence overall innovation and firm competitiveness. In many cases, little distinction made between (fast growing) startups and other types of organizations.	Startups explicitly at centre of ecosystem. Seen as distinct from established large firms and (lower-growth) SMEs in terms of conceptual development and policy formation.
Role of knowledge	Focus on knowledge as source of new technological and market insights. Knowledge from multiple sources is recombined to increase firm competitiveness. Knowledge spillovers from universities and other large research intensive organizations are crucial.	In addition to market and technical knowledge, entrepreneurial knowledge is crucial. Knowledge about the entrepreneurship process is shared between entrepreneurs and mentors through informal social networks, entrepreneurship organizations, and training courses offered.
Locus of action	Private firms and state is primary locus of action in building and maintaining industrial district/cluster/innovation system. Little room for individual agency in their creation.	Entrepreneur is the core actor in building and sustaining the ecosystem. While state and other sources might support ecosystem through public investment, entrepreneurs retain agency to develop and lead the ecosystem.

Figure 4 Differenze e somiglianze tra ecosistemi imprenditoriali e concetti correlati [Fonte: Stam & Spigel, 2016]

La seconda letteratura da cui origina questo approccio è la letteratura strategica (Acs et al., 2017), nella quale si può trovare una distinzione tra quattro diversi tipi di ecosistemi:

- il “business ecosystem” come forma di coordinazione economica in cui l’abilità di creare valore e appropriarsene di una impresa dipende fortemente da diversi gruppi di attori che producono prodotti o servizi complementari (Iansiti & Levien 2004; Adner & Kapoor 2010; Williamson & De Meyer 2012);
- il “knowledge ecosystem” che si focalizza sulla generazione di conoscenza (Clarysse et al., 2014). Questo è centrato sulle entità che generano conoscenza come università, organizzazioni di ricerca pubbliche e dipartimenti di R&S di

grandi imprese, dato che essi sono le pietre miliari di questi ecosistemi (Clarysse et al., 2014).

- L'“innovation ecosystem”, che si occupa di fornire un ambiente fertile in cui l'innovazione e la crescita sono catalizzate (Ritala & Almpanopoulou, 2017; Smorodinskaya et al., 2017).
- Infine, l'ultima proposta è quella relativa ai “platform ecosystem”, ecosistemi che si formano intorno ad una piattaforma, focalizzandosi su quelle che interconnettono un gruppo di clienti con un altro gruppo di clienti e soffermandosi sul concetto di esternalità di rete (Rochet & Tirole 2003; Parker & Van Alstyne 2005; Evans & Schmalensee 2016).

Ogni tipo di ecosistema ha le sue logiche di azione (Clarysse et al., 2014) e gli stessi attori possono partecipare in diversi ecosistemi (Valkokari, 2015). La letteratura strategica si differenzia da quella precedente per tre importanti aspetti:

- Per primo, la letteratura sullo sviluppo regionale si concentra esplicitamente sulla limitatezza territoriale di un ecosistema mentre la letteratura strategica assume un contesto globale (Zahra & Nambisan, 2011).
- Secondo, la letteratura sullo sviluppo regionale mira a spiegare le differenze nelle performance regionali aggregate mentre la letteratura strategica si focalizza sulla creazione di valore intorno ad una value proposition chiara e sulla cattura di tale valore da parte delle imprese individuali. Se gestisci bene l'ecosistema, il valore dell'impresa focale aumenta (Uzunca et al., 2016).
- Terzo, la letteratura strategica assume che la leadership appartenga ad un'impresa focale nell'ecosistema mentre nella letteratura sullo sviluppo regionale non si riconosce alcun ruolo di leadership centrale al di là di quello di appoggio da parte degli enti pubblici e possibilmente associazioni commerciali (Amin & Thrift, 1994).

Come è stato già proposto, l'approccio dell'ecosistema imprenditoriale si differenzia anche da questa letteratura per il fatto che pone l'imprenditorialità (come creazione di valore da parte di nuovi agenti) enfatizzando l'interdipendenza tra attori e fattori. La letteratura strategica infatti sottostima il ruolo degli imprenditori nella creazione di valore (Pitalis, 2012; Stam & Spigel, 2017) e si concentra di più sulla cattura del valore e la competizione.

In Figura 5, si riassumono le principali differenze tra gli approcci.

	Strategic management	Regional development	Entrepreneurial ecosystem approach
Value	Value creation and capture by firms	Value creation by firms in related industries (productivity) driven by competition (value capture) and collaboration	Value creation by individual entrepreneurs, as indicated by the prevalence of high-impact entrepreneurial efforts (such as Unicoms)
Context	Global	Regional	City/regional/national
Coordination	Governance and management by a focal orchestrator firm	Firms' rivalry and collaboration, government policy	Public-private governance

Figure 1 Differenze tra letteratura regionale, strategica e ecosistema imprenditoriale [Fonte: Acs et al., 2017]

2.1.3. La definizione di ecosistema imprenditoriale

La nozione di ecosistema imprenditoriale è abbastanza nuova ed è emersa da diverse origini. Come indicato da Stam (2015), “non c’è ancora una definizione ampiamente condivisa”. Secondo Malecki (2018), ciò è dovuto in parte al fatto che gli ecosistemi sono definiti in modi molto diversi tra loro, su differenti scale e con differenti dati e design di ricerca. Inoltre, come già descritto, l’ecosistema imprenditoriale è solo uno dei tanti tipi di ecosistema che esistono in letteratura (Acs et al., 2017; Gomes, Facin, Salerno, & Ikenami, 2016). Di conseguenza, sono state proposte molte definizioni distinte, la cui maggior parte evidenzia la combinazione e l’interazione tra elementi, spesso attraverso reti, che producono valori culturali condivisi che supportano l’attività imprenditoriale.

Nella tabella 2.1 si possono leggere alcune definizioni riportate in letteratura.

Autore	Definizione
Cohen (2006)	Sustainable entrepreneurial ecosystems are defined as an interconnected group of actors in a local geographic community committed to sustainable development through the support and facilitation of new sustainable ventures. (p. 3)
Isenberg (2010)	The entrepreneurship ecosystem consists of a set of individual elements—such as leadership, culture, capital markets, and open-minded customers—that combine in complex ways. (p. 43) Ignoring the interconnected nature of the ecosystem elements can lead to perverse outcomes. (p. 50)
Isenberg (2011)	This entrepreneurship ecosystem consists of a dozen or so elements (which we consolidate into six domains for convenience sake; see the diagram) that, although they are idiosyncratic because they interact in very complex ways, are always present if entrepreneurship is self-sustaining. So, although the combinations are always unique, in order for there to be self-sustaining entrepreneurship, you need conducive policy, markets, capital, human skills, culture, and supports. (p. 6)
Feld (2012)	The Boulder thesis states that a prosperous ecosystem has four characteristics: (a) it is led by entrepreneurs; (b) it is inclusive

	where everyone is welcomed; (c) the involved people are committed long term (at least 20 years) to the ecosystem; and (d) there are many opportunities for gathering, that is, a lot of events. (pp. 25–28)
Mason and Brown (2014)	A set of interconnected entrepreneurial actors (both potential and existing), entrepreneurial organizations (e.g., firms, venture capitalists, business angels, and banks), institutions (universities, public sector agencies, and financial bodies), and entrepreneurial processes (e.g., the business birth rate, numbers of high growth firms, levels of “blockbuster entrepreneurship,” number of serial entrepreneurs, degree of sell-out mentality within firms, and levels of entrepreneurial ambition) which formally and informally coalesce to connect, mediate and govern the performance within the local entrepreneurial environment. (p. 9)
Stam (2015)	A set of interdependent actors and factors coordinated in such a way that they enable productive entrepreneurship (p. 1765) The entrepreneurial ecosystem concept emphasizes that entrepreneurship takes place in a community of interdependent actors. (p. 1761) The systemic conditions are the heart of the ecosystem: networks of entrepreneurs, leadership, finance, talent, knowledge, and support services. The presence of these elements and the interaction between them predominantly determine the success of the ecosystem. (p. 1766)
Spigel (2017a)	Entrepreneurial ecosystems ... are the union of localized cultural outlooks, social networks, investment capital, universities, and active economic policies that create environments supportive of innovation-based ventures. (p. 49) Entrepreneurial ecosystems are combinations of social, political, economic, and cultural elements within a region that support the development and growth of innovative start-ups and encourage nascent entrepreneurs and other actors to take the risks of starting, funding, and otherwise assisting high-risk ventures. (p. 50)

Tabella 21 Definizioni di ecosistema imprenditoriale [Fonte: Malecki 2018].

Si può concludere dicendo che un ecosistema imprenditoriale si riferisce ad una rete di elementi interconnessi che interagiscono all'interno di una regione il cui contributo sia individuale che di comunità è essenziale per lo sviluppo e la crescita dell'imprenditorialità nella regione.

La maggior parte di queste evidenziano la combinazione o l'interazione tra elementi, spesso tramite reti, che producono valori culturali condivisi a supporto dell'attività imprenditoriale.

2.1.4. Componenti di un ecosistema imprenditoriale

La maggior parte degli studi sugli ecosistemi imprenditoriali si sono concentrati a identificare tutti gli attori partecipanti (Mack & Mayer, 2016; Motoyama & Knowlton, 2014).

Van de Ven (1993) è stato il primo a non focalizzarsi esclusivamente sulle caratteristiche individuali di un imprenditore enfatizzando l'importanza delle università, meccanismi di finanziamento, un pool di competenze umane e un assetto istituzionale per legittimizzare, regolare e standardizzare le attività sull'imprenditorialità.

Successivamente, Neck et al. (2004) hanno adattato il lavoro di Van de Ven basandosi su un caso di studio a Boulder. Secondo questo studio, l'ecosistema imprenditoriale è formato da sei componenti fondamentali: incubatori, spin-offs, network informali, network formali, infrastrutture e cultura. Ognuno di questi componenti è fondamentale per la creazione di nuove imprese e lo sviluppo degli ecosistemi. Un altro studio (Feld, 2012), sempre basato su Boulder, individua gli stessi attori ma li divide attori in "leaders" e "feeders". L'imprenditore dovrebbe essere il leader mentre tutti gli altri attori possono essere visti come feeders.

Nonostante gli elementi appena elencati sono derivati da un solo caso di studio, essi coincidono quasi del tutto con gli otto pilastri identificati da uno studio del World Economic Forum (Foster et al., 2013). Questi pilastri enfatizzano anche l'importanza delle risorse locali (forza lavoro, finanziamenti e servizi di supporto) e istituzioni informali (supporto culturale) e formali (Università, quadro normativo e infrastrutture) per facilitare l'attività imprenditoriale. Inoltre, questo studio identifica l'accesso ai mercati (esteri e locali) come un ulteriore componente cruciale.

COMPONENTS OF ENTREPRENEURIAL ECO-SYSTEM PILLARS	
Accessible Markets <ul style="list-style-type: none"> Domestic Market – Large Companies as Customers Domestic Market – Small/Medium Companies as Customers Domestic Market – Governments as Customers Foreign Market – Large Companies as Customers Foreign Market – Small/Medium Companies as Customers Foreign Market – Governments as Customers 	Human Capital/Workforce <ul style="list-style-type: none"> Management Talent Technical Talent Entrepreneurial Company Experience Outsourcing Availability Access to Immigrant Workforce
Funding and Finance <ul style="list-style-type: none"> Friends and Family Angel Investors Private Equity Venture Capital Access to Debt 	Support System <ul style="list-style-type: none"> Mentors/Advisors Professional Services Incubators/Accelerators Network of Entrepreneurial Peers
Regulatory Framework and Infrastructure <ul style="list-style-type: none"> Ease of Starting a Business Tax Incentives Business-Friendly Legislation/Policies Access to Basic Infrastructure (e.g. water, electricity) Access to Telecommunications/Broadband Access to Transport 	Education and Training <ul style="list-style-type: none"> Available Workforce with Pre-University Education Available Workforce with University Education Entrepreneur-Specific Training
Major Universities as Catalysts <ul style="list-style-type: none"> Major Universities Promoting a Culture of Respect for Entrepreneurship Major Universities Playing a Key Role in Idea-Formation for New Companies Major Universities Playing a Key Role in Providing Graduates for New Companies 	Cultural Support <ul style="list-style-type: none"> Tolerance of Risk and Failure Preference for Self-Employment Success Stories/Role Models Research Culture Positive Image of Entrepreneurship Celebration of Innovation

Figura 2 Pilastri degli ecosistemi imprenditoriali e i suoi componenti. [Fonte: Foster et al., 2013]

Spigel (2015) riassume tutti i componenti che sono stati citati precedentemente e li raggruppa in tre categorie: attributi culturali, sociali e materiali.

Attributi	Definizione	Tipo	Funzione
Culturali	Rappresentano le credenze e le prospettive che riguardano l'imprenditorialità nell'ecosistema	<ul style="list-style-type: none"> • Attitudini culturali • Storie di successo 	<ul style="list-style-type: none"> • Modellano le pratiche e le norme dell'ecosistema che riguardano l'attività imprenditoriale • Influenzano positivamente le prospettive dei nuovi imprenditori
Sociali	Sono le risorse fornite dai network sociali nella regione	<ul style="list-style-type: none"> • Network sociali • Investment Capital • Mentori • Worker Talent 	<ul style="list-style-type: none"> • Aiutano gli imprenditori a raccogliere conoscenza tecnologica e di mercato. • Catalizzano la crescita delle start-ups • Migliorano la performance degli imprenditori • Aumenta la formazione di nuove imprese e la loro probabilità di sopravvivenza
Materiali	Sono quelli con una presenza tangibile nella regione	<ul style="list-style-type: none"> • Università di supporto • Policy • Mercati aperti 	<ul style="list-style-type: none"> • Sviluppano nuove tecnologie • Formano il capitale umano • Forniscono assistenza alle imprese • Incentivano le imprese

Tabella 2 Attributi di un ecosistema imprenditoriale [Fonte: Spigel, 2015]

Un ulteriore contributo arriva da Isenberg (2011), che individua 50 componenti divisi in 6 macro-categorie: una cultura favorevole, politiche e leadership facilitanti, la disponibilità di finanziamenti adeguati, capitale umano di qualità, mercati amichevoli per i prodotti e un certo range di supporti istituzionali. Isenberg (2011) evidenzia anche che in un ecosistema, anche se i componenti possono essere divisi in queste sei categorie, possono essere presenti centinaia di elementi che interagiscono tra loro in modi altamente complessi e idiosincratici.

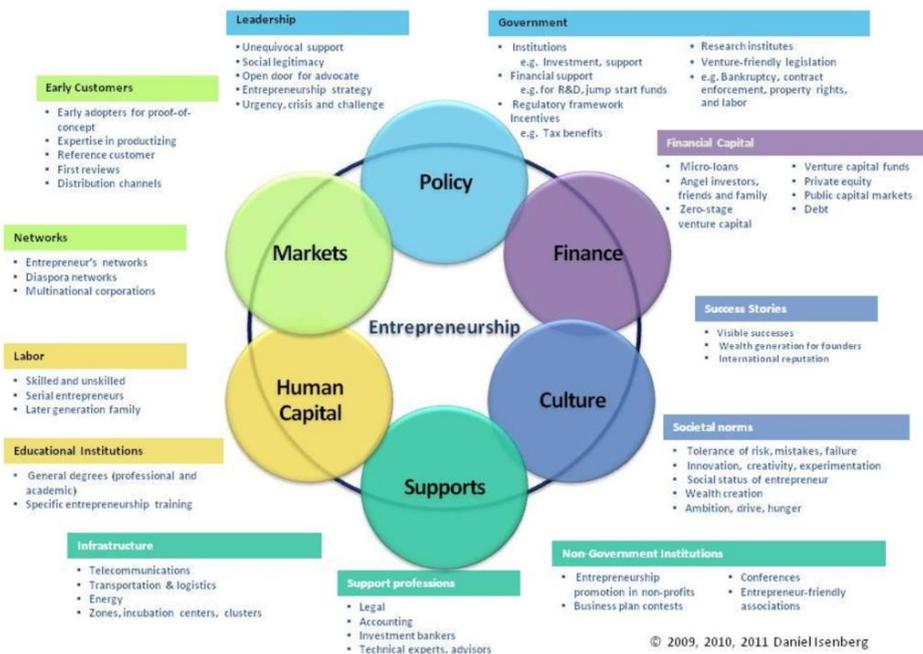


Figura 3 Componenti di un ecosistema imprenditoriale [Fonte: Isenberg, 2011]

Una componente spesso tralasciata è quella dei giornalisti e delle agenzie stampa, aggiunte da Hwang and Horowitz (2012) alla lista degli asset che supportano l'ecosistema.

La letteratura appena esposta mostra che un gran numero di studi si è occupato di identificare e categorizzare i possibili componenti e attori di un ecosistema imprenditoriale. Molti autori (Spigel, 2015; Motoyama & Knowlton, 2014; Daniel Isenberg, 2011; Napier & Hansen, 2011) inoltre evidenziano che non è la presenza di questi componenti a determinare il successo degli ecosistemi imprenditoriali quanto le connessioni e le relazioni che si creano tra loro.

2.1.5. Le relazioni nell'ecosistema imprenditoriale

Una volta identificate le categorie che appartengono agli ecosistemi imprenditoriali, la teoria si è spostata a studiare le relazioni tra i vari componenti di un ecosistema al fine di fornire delle correlazioni tra queste categorie e i risultati ottenuti dagli ecosistemi imprenditoriali.

Motoyama & Knowlton (2014) identificano 4 relazioni chiave: connessioni tra imprenditori, tra organizzazioni di supporto, tra imprenditori e organizzazioni di supporto chiave e infine relazioni di supporto miscelanee.

La presenza di imprenditori all'interno dell'ecosistema è importante, ma lo è ancora di più l'interazione tra essi. Gli imprenditori imparano da altri imprenditori comunicando

l'uno con l'altro, acquisendo competenze pratiche e applicandole in casi reali (Motoyama & Knowlton, 2014). Esistono due tipi di queste connessioni: mentore-mentee e peer-to-peer. La prima conferma la tesi di Feld (2012) sulla mentalità "give before you get" dei mentori mentre la seconda permette agli imprenditori non solo di imparare l'uno dall'altro ma anche di supportarsi a livello emotivo lungo il percorso per diventare imprenditori di successo.

Secondo Motoyama & Knowlton (2014), le connessioni tra organizzazioni di supporto possono essere funzionali e strategiche (membri del consiglio di amministrazione condivisi) oppure informali (partecipazione ad eventi o organizzazione congiunta di eventi). Tale comunicazione è importante per identificare le aree in cui esiste ancora una mancanza di servizio.

Le connessioni tra imprenditori e organizzazioni chiave forniscono due tipi di supporto: da una parte forniscono mentoring e connessioni, incentivando le relazioni mentore-mentee e allargando il network degli imprenditori, mentre dall'altra provvedono ad un supporto di tipo funzionale e finanziario, fornendo spazi e pitch practicing (Motoyama & Knowlton, 2014).

Infine, le relazioni miscellanee sono altre attività di supporto con cui gli imprenditori devono avere contatto. Alcuni esempi sono i media, come strumento di validazione, le università e gli eventi di imprenditorialità.

Motoyama & Knowlton (2014) si limitano a descrivere e esaminare solo quattro tipi di connessione. Un approccio più ampio che esamina come diverse relazioni tra tutti i possibili componenti riproducono l'ecosistema nel suo complesso è fornito da Spigel (2015) e rappresenta uno dei primi framework descritti nella teoria.

Secondo Spigel (2015), gli attributi di un ecosistema non si sviluppano in isolamento ma anzi si sviluppano in tandem, influenzandosi e riproducendosi a vicenda. Analizzare questa reciprocità è essenziale per comprendere il ruolo più ampio di un ecosistema. Un ecosistema imprenditoriale è quindi definito dalle relazioni tra gli elementi che lo costituiscono e dai vantaggi che queste relazioni forniscono. Per esempio, la cultura intorno all'imprenditorialità di una comunità influenza il desiderio degli attori di supportare gli altri sforzi imprenditoriali che avvengono nel loro stesso ambiente. Normalizzando e legittimizzando il supporto alle iniziative imprenditoriali, gli attributi culturali creano un contesto attraverso il quale possono emergere gli attributi sociali e allo stesso tempo senza un network forte di imprenditori, investitori e advisors aiutano l'emergere di attributi materiali che incoraggiano l'imprenditorialità. Allo stesso modo però lo sviluppo e il successo di attributi materiali rinforza gli attributi sociali, rafforzando gli attributi culturali sottostanti.

Il lavoro di Spigel propone quindi una doppia relazione, di supporto e di rinforzo, tra gli attributi che quindi si sviluppano e sostengono a vicenda. Quando si ragiona sugli ecosistemi imprenditoriali, è quindi opportuno non solo ragionare in termini di risultato ma anche all'insieme di input dell'ecosistema e delle relazioni che si vanno a creare tra questi input, senza tralasciare che le relazioni chiave potrebbero anche avere dei flussi da e verso l'esterno dell'ecosistema.

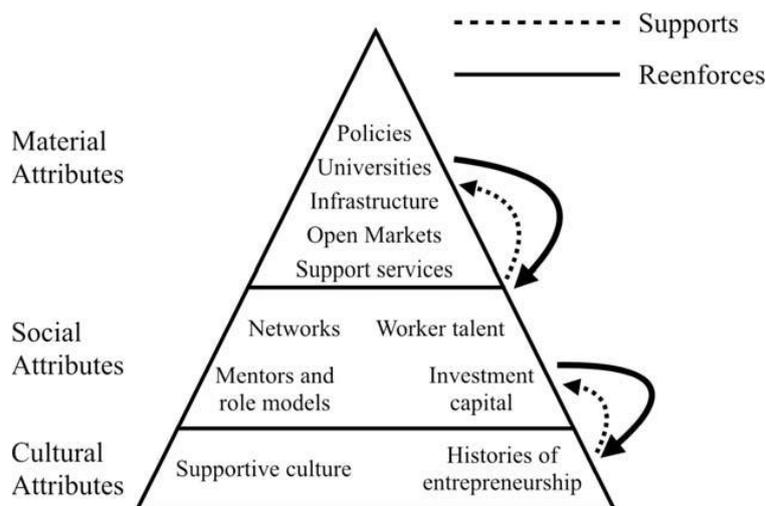


Figura 4 Relazioni di un ecosistema imprenditoriale [Fonte: Spigel, 2015]

Questo framework indica anche che un ecosistema imprenditoriale può essere configurato in modalità diverse. Negli ecosistemi sparsi, un elemento guida la produzione di altri elementi, ad esempio un forte mercato locale che catalizza lo sviluppo di tutto l'ecosistema e dei suoi componenti. In un ecosistema denso invece la riproduzione degli attributi è più complessa essendo guidata dalla reciprocità di tutti gli attributi.

2.1.6. La scala degli ecosistemi

Un altro concetto fondamentale non ancora affrontato è il concetto di scala di un ecosistema. Malecki (2018) ha riassunto le opinioni dei vari autori sulla questione. Nonostante la sua natura locale però, frequentemente questo concetto viene identificato su scala nazionale (Acs et al, 2014; Frenkel & Maital, 2014; Manimala & Wasdani, 2014; Voelker, 2012; Foster et al., 2013). Lo stesso articolo di Isenberg (2010) parla su scala nazionale, anche se la maggior parte degli esempi sono piccole nazioni.

Nonostante l'imprenditorialità è un evento locale, le risorse distanti possono essere critiche. Alcune connessioni sono non-locali o con imprese transnazionali, le quali cercano di collegarsi all'interno di ecosistemi chiave di tecnologie specifiche (Malecki, 2011). In alcuni casi, in particolare nelle nazioni piccole, è probabile che le risorse non-

locali siano quelle prominenti dato che ogni ecosistema soffre di qualche deficienza (Mahroum, 2016).

Ci sono però molti fattori a favore della scala locale per gli ecosistemi imprenditoriali, infatti ci sono alcune condizioni che possono variare a seconda della regione di una stessa nazione che possono influenzare la decisione di avviare un progetto imprenditoriale o meno (Malecki, 2018). Ad esempio, il “clima imprenditoriale” può influenzare tale decisione così come il successo o fallimento dei progetti (Bruno & Tyebjee, 1982; Cooper, 1973; Sternberg, 2009, 2014). Feldman (1994) porta l’esempio di Baltimore dove, mancando la cultura imprenditoriale e un insieme di altri fattori, non si è riusciti a rendere la John Hopkins University abbastanza impattante sul tema.

Si può quindi concludere, data la località di alcune caratteristiche, che la scala più appropriata per studiare gli ecosistemi imprenditoriali è quella locale (Malecki, 2018). Pur non essendoci confini in grado di delimitare un ecosistema si può utilizzare un raggio di 100 km utilizzato da Gauthier et al. (2017) o quello da 50 km di Cukier et al. (2016). In generale però qualunque raggio si scelga gli ecosistemi devono avere la caratteristica di poter permettere la creazione di un network anche con qualche connessione a livello globale e lo scambio di conoscenza tra gli attori (Colombelli et al., 2017).

Un ulteriore apporto arriva da Mason & Brown (2017), che propongono il concetto delle “nested geographies”, ovvero ecosistemi all’interno di altri ecosistemi più grandi che contengono interazioni multi-scala con altri attori su un numero di livelli spaziali differenti.

2.1.7. La governance degli ecosistemi

Un concetto ancora poco esplorato riguarda l’evoluzione della governance di un ecosistema imprenditoriale. Le Gales e Voelzkow (2001) definiscono la governance come “l’insieme delle istituzioni che coordinano le azioni o le transazioni tra i soggetti (economici) in un sistema (economico).

Colombelli et al. (2019) hanno proposto un framework teorico sull’evoluzione della governance di un ecosistema imprenditoriale nelle sue varie fasi. Partendo dalla letteratura dei cluster, divide la governance in due categorie: gerarchica e relazionale.

La governance gerarchica si basa sui pattern espliciti dell’autorità (Tracey et al., 2014). Le relazioni sono gestite in maniera “meccanicistica” e un attore assume il ruolo di guida nello stabilire le regole per le interazioni tra le parti e dando legittimità agli altri membri (Mooi and Ghosh, 2010; Tracey et al., 2014). Nella governance relazionale invece tutto si basa su accordi impliciti, norme cooperative condivise, routine informali che sono definite mutualmente e regolate dalle parti. (Gibbons and Henderson, 2012; Poppo et al., 2008). Non è ancora chiaro nella letteratura sui cluster cosa promuove l’emergere di una

governance relazionale o gerarchica, ma per Tracey et al. (2014) la densità di un cluster promuove una governance relazionale aiutando la commercializzazione di nuovi prodotti mentre un cluster centralizzato favorisce una governance gerarchica dove viene migliorato il tempo di arrivo sul mercato dei prodotti.

Per quanto riguarda invece la letteratura degli ecosistemi imprenditoriali, emerge un attore con il ruolo di “anchor tenant”, ovvero l’attore centrale che stimola la crescita economica, il cambiamento tecnologico e l’innovazione nell’area, vicino a cui si raccolgono un buon numero di attori. Questo ruolo è solitamente ricoperto dalle università, un esempio è la Stanford University per quanto riguarda la Silicon Valley.

Nel framework proposto da Colombelli et al. (2019) il ruolo dell’anchor tenant cambia man mano che l’ecosistema affronta i vari stadi della propria evoluzione. Le fasi del modello sono tre: nascita, transizione e consolidamento. Nella fase di nascita emerge l’ecosistema in cui attori differenti iniziano a legarsi l’uno con l’altro in un contesto geografico, istituzionale e relazionale. In questa fase il modello propone che il design della governance deve essere gerarchico in quanto l’anchor tenant deve fungere da catalizzatore per l’emergenza dell’ecosistema mediando nei meccanismi di feedback tra attori pubblici e privati.

Nella fase di transizione si crea una complessa varietà di meccanismi di feedback sociali, culturali, politici ed economici che supportano o scoraggiano processi di path dependency nella rete di attori. In questa fase il design della governance è a metà tra quello gerarchico e quello relazionale. Il design gerarchico tende a persistere per un certo periodo a causa delle path dependencies che risiedono in questo tipo di governance. Ci sono diversi meccanismi che agiscono per trasformare la governance. La formazione di reti di attori è uno dei canali principali che guida il cambiamento dell’ecosistema. Spillover di conoscenza e mobilità del capitale umano caratterizzano questa fase di transizione e questa creazione di nuove connessioni tra attori genera nuovi spazi per le opportunità dell’ecosistema. Le interazioni formali e informali in questa fase sono mediate meno dall’anchor tenant mentre altri attori cominciano ad occupare posizioni centrali.

L’ultima fase, quella di consolidamento, è contraddistinta da una governance completamente orizzontale e inserita all’interno di una densa rete interconnessa di attori. Le interazioni tra questi si autoalimentano e hanno un effetto di feedback sull’ecosistema che non è più mediato dall’anchor tenant, che diventa un attore tra gli altri.

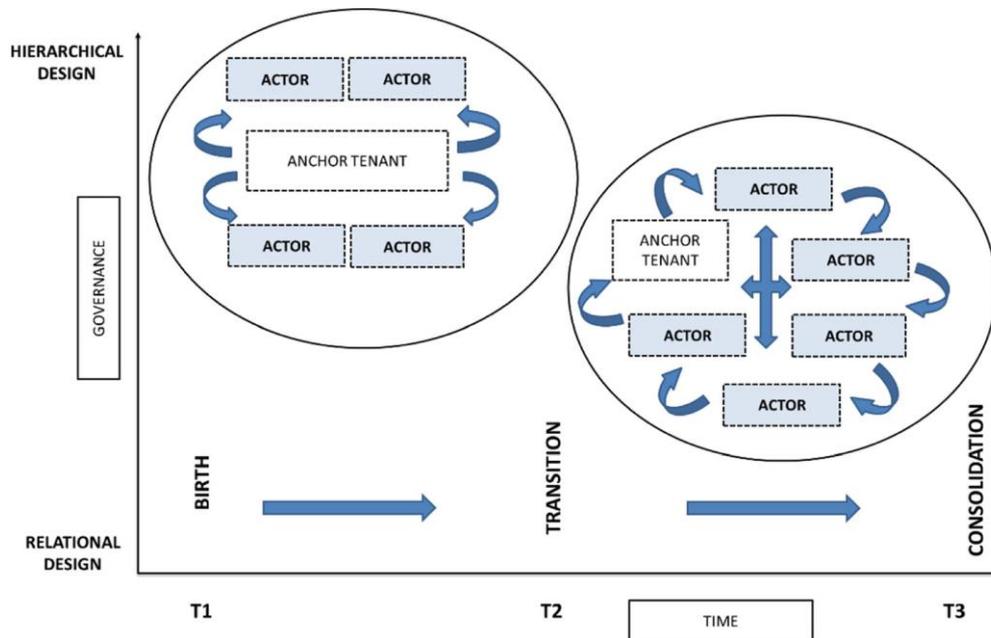


Figura 5 Evoluzione della governance [Fonte: Colombelli et al., 2019]

2.1.8. Il ciclo di vita degli ecosistemi

Finora si è parlato di ecosistemi imprenditoriali in modo statico, senza prendere quindi in considerazione la natura dinamica di un ecosistema. Le condizioni presenti e future sono influenzate dalle decisioni passate e presenti (Valkokari & Valkokari, 2014). Un ecosistema può essere quindi visto come una struttura dinamica, che evolve tramite l'interconnessione tra i propri attori (Wallner & Menrad, 2011).

Uno dei problemi principali della letteratura riguarda proprio l'evoluzione e il ciclo di vita degli ecosistemi e quindi la loro crescita, evoluzione e sopravvivenza. Non è infatti chiaro se gli ecosistemi imprenditoriali si sviluppano allo stesso modo in posti differenti e in tempi differenti (Malecki, 2018). La composizione sembra avere un'influenza sulla loro evoluzione e, se il loro scope è troppo ristretto, sul loro declino e scomparsa (Mack and Mayer, 2016).

Seguendo questa linea, sono stati presentati diversi modelli sull'evoluzione di un ecosistema imprenditoriale. Brown e Mason (2017), ad esempio, hanno presentato un modello a due stadi distinguendo tra ecosistemi embrionici e ecosistemi scale-up. Nei primi vi è un numero limitato di start-ups e le imprese presenti in precedenza rappresentano lo zoccolo duro dell'economia locale mentre nei secondi possiamo trovare un gran numero di startup orientate alla crescita e gli unicorns dominano l'ambiente generando ancora più startups.

Harrington (2017) e Gauthier et al. (2017) invece sono arrivati alla conclusione che gli ecosistemi imprenditoriali si sviluppano secondo un modello a quattro fasi passando da una fase nascente ad una autosufficiente. In particolare, il modello presentato da Gauthier et al. (2019) suddivide gli ecosistemi su quattro fasi distinte dal numero di start-ups e dall'obiettivo principale:

Fase	Grandezza	Obiettivo principale	Caratteristiche Principali
Activation	Meno di 1000 start-ups	Aumentare l'output di Startup e di funding early-stage. Attivare le persone con un mindset imprenditoriale e costruire una community più larga e più connessa.	<ul style="list-style-type: none"> • Esperienza di startup limitata (know-how dei founders, investitori, advisors e mentors esperti e comportamenti della comunità che supportano il successo delle start-ups). • Lacuna generalizzata delle risorse
Globalization	Da 800 a 1200 start-ups	Migliorare le connessioni con gli ecosistemi a livello globale e supportare le proprie start-ups per migliorare il market reach globale.	<ul style="list-style-type: none"> • Trigger: Diverse exit importanti (di solito da 100M \$) • Attrazione di risorse da ecosistemi più giovani, ma manca delle risorse degli ecosistemi più sviluppati
Attraction	Più di 2000 start-ups	Espandersi, eliminare le lacune rimanenti in termini di risorse eliminando le barriere all'immigrazione e dirigendo l'attrazione di risorse attraverso policies specifiche	<ul style="list-style-type: none"> • Trigger: Una serie di exit importanti a livello globale sopra il miliardo di dollari. • In grado di produrre unicorni con un certo ritmo. • Ultime lacune in termini di finanziamenti e di connettività globale.
Integration	Più di 3000 start-ups	Integrare l'ecosistema	<ul style="list-style-type: none"> • L'attrazione di risorse globali ha

		all'interno dei flussi di risorse e conoscenza globali, nazionali e locali, ottimizzando leggi e policies per sostenere la competitività e la crescita anche al di fuori dell'ecosistema.	prodotto un certo livello di connettività globale e di flussi di conoscenza che mantengono le start-ups integrate nella rete globale di conoscenza producendo business models che hanno una grande market reach globale.
--	--	---	--

La rappresentazione grafica del modello che riassume i concetti sopra riportati mostra che l'evoluzione non è lineare.

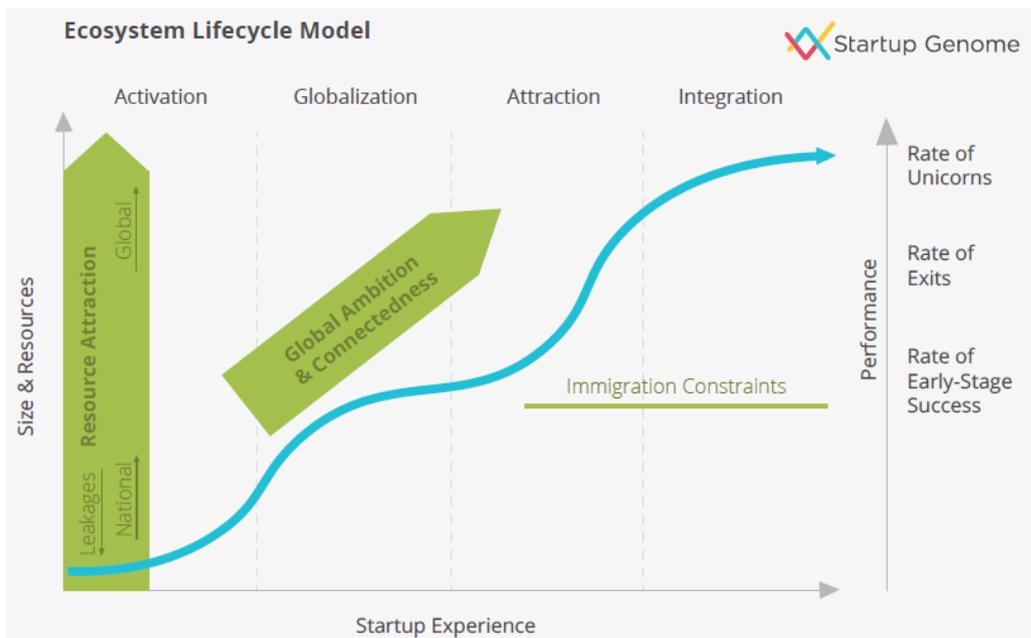


Figura 6 Ciclo di vita di un ecosistema. [Fonte: Gauthier et al., 2019]

La peculiarità del modello di Gauthier et al. (2017) è che è basato su dati reali di ecosistemi presenti nel mondo. Il problema alla base di questi modelli è che le dinamiche con cui gli ecosistemi si creano o di come evolvano da una fase a quella successiva non sono ancora chiari.

Brown & Mason (2014), pur non essendo stati in grado di fornire una spiegazione su come gli ecosistemi imprenditoriali si creano, sono riusciti a fornire una serie di prerequisiti necessari alla formazione di un ecosistema. In particolare, rivelano che gli ecosistemi imprenditoriali emergono in luoghi specifici (“hanno bisogno di terreno fertile”), spesso percepiti come attrattivi grazie a degli asset specifici nella regione e che hanno una o più istituzioni di conoscenza (università, centri di ricerca, etc.) che funga da magneti per i talenti, attraendo studenti talentuosi, accademici popolari e scienziati e ingegneri ambiziosi (Feld, 2012; Motoyama, 2014; Neck et al., 2004).

Un secondo prerequisito importante è la presenza di organizzazioni incubatrici, definite come le organizzazioni in cui l'imprenditore ha lavorato prima di aprire la propria impresa (Cooper, 1985). Secondo Mason & Brown (2014), queste organizzazioni sono essenziali per la formazione e lo sviluppo degli ecosistemi imprenditoriali perché è il luogo in cui gli imprenditori sia acquisiscono le competenze e sia individuano le opportunità di mercato. La generazione di nuove imprese inoltre spesso è innescata dalle stesse organizzazioni incubatrici (Saxenian, 1994). Il clustering nasce da una tendenza delle imprese spin-off di localizzarsi vicino alle organizzazioni incubatrici (C. Mason & Brown, 2014; Neck et al., 2004) poiché gli individui avviano imprese dove hanno un network sociale che gli permette di accedere a conoscenze, capitale umano e altre risorse necessarie all'avvio di una nuova impresa (Romanelli & Feldman, 2004; Sorenson, 2005).

Questo processo col tempo guadagna uno slancio per conto suo, creando ondate di imprenditorialità e sviluppando una comunità di supporto imprenditoriale.

2.2. Lo stato della teoria degli ecosistemi imprenditoriali

L'idea alla base degli ecosistemi imprenditoriali è che le imprese non competono solamente attraverso strategie stand-alone ben sviluppate per ottenere un vantaggio sui rivali basandosi unicamente sulle proprie risorse, conoscenze e capabilities. Nel mondo del business odierno, i vantaggi strategici e competitivi sono sempre di più basati su risorse condivise, esternalità di rete, spillovers di conoscenza, dotazioni locali e supporto governativo, creando un bisogno di concetti che escano dall'approccio del vantaggio competitivo di una singola impresa (Porter, 1990). Dal punto di vista economico, un ecosistema è composto a partire da dei componenti dati esogenamente, dall'ambiente e dagli attori che interagiscono endogenamente all'interno del sistema uniti dalla generazione di benefici da parte della interrelazione (Acs et al., 2016, 2017).

La letteratura emersa sugli ecosistemi imprenditoriali è molto variegata e non è quindi semplice comprendere quali siano gli elementi su cui la letteratura converge e quali invece siano ancora troppo “acerbi”. Nonostante ciò, osservando ancora il processo di theory-building proposto in Figura 1 e dopo la descrizione della letteratura è possibile

comprendere che la teoria degli ecosistemi imprenditoriali si trovi ancora nella fase descrittiva.

Nelle tabelle successive si fornisce un riassunto degli elementi su cui la letteratura ha avuto una convergenza:

Elemento	Su cosa la teoria è d'accordo
Che cos'è un ecosistema imprenditoriale?	Rete di elementi interconnessi che interagiscono all'interno di una regione il cui contributo sia individuale che di comunità è essenziale per lo sviluppo e la crescita dell'imprenditorialità in una regione.
Che cosa compone un ecosistema imprenditoriale?	Un ecosistema imprenditoriale è composto da un numero molto elevato di componenti che interagiscono l'uno con l'altro categorizzabili in diversi modi. Tra questi possiamo individuare imprenditori, fondi di venture capital, università, risorse locali, servizi di supporto all'imprenditorialità, una cultura adatta etc.
Su cosa si regge un ecosistema imprenditoriale?	I componenti plasmano e sviluppano l'ecosistema attraverso le relazioni che si creano tra loro. Diversi tipi di relazione generano diversi effetti sull'ecosistema, alcune supportano quelle già presenti mentre altre cercano di generarne di nuove.
Qual è la scala di un ecosistema imprenditoriale?	Nonostante in alcuni casi la scala sia stata vista come nazionale, la letteratura è ormai concorde che la scala più appropriata per questo concetto è quella locale.
L'ecosistema imprenditoriale è un concetto statico?	No, gli ecosistemi imprenditoriali nascono (anche se non è ancora chiaro come) e si evolvono.

La teoria è stata quindi divisa in costrutti e categorie e si sono iniziate a studiare le relazioni tra queste categorie e gli output degli ecosistemi ma ci si è fermati alla descrizione di un insieme di ingredienti che ogni ecosistema deve possedere.

Nonostante la popolarità di questo argomento però, sono molti i problemi che lo riguardano. La maggior parte di questi deriva dalla mancanza di sviluppo concettuale degli ecosistemi imprenditoriali. La maggior parte degli studi si focalizza sugli ingredienti chiave e ciò porta ad una mancanza di teorie e modelli che spiegano il fenomeno (Autio et al., 2018; Brown and Mason, 2017; Spigel, 2017). Non è a caso che ci siano diverse call for further research (Spigel, 2017) e call for papers (Audretsch et al., 2018).

Alvedalen and Boschma (2017) che hanno riassunto i principali problemi che riguardano questo concetto.

La tabella successiva mostra gli argomenti sui quali la letteratura non trova un punto in comune:

Problema	Descrizione
Relazioni di causalità	La letteratura è ancora in cerca di framework analitico chiaro che rende esplicite che cosa sia causa e che cosa sia effetto.
Struttura della governance	Nonostante alcuni modelli siano stati proposti, non è chiaro se e quali siano le strutture di governance più adatte.
Relazioni degli ecosistemi	Non è chiaro che influenza abbiano i vari tipi di relazioni sul risultato di un ecosistema.
Evoluzione degli ecosistemi	Si sa che essi nascono e si sviluppano ma non è ancora chiaro quali siano i meccanismi che guidano questa evoluzione. Sono stati proposti alcune divisioni in fasi ma senza una spiegazione di come si passi da una fase all'altra.

Il punto debole principale della teoria è quindi l'individuazione del processo di creazione ed evoluzione di un ecosistema imprenditoriale e dei vincoli che lo mantengono in vita durante la sua evoluzione. Non basta quindi aver individuato le categorie di attori ma bisogna identificare le condizioni necessarie al fine che l'insieme di attori diventi un ecosistema.

2.3. Domande di ricerca

Questo studio si inserisce nel contesto appena descritto studiando i meccanismi che guidano l'evoluzione di un ecosistema imprenditoriale. L'obiettivo è comprendere quali siano le condizioni che permettano ad un ecosistema di emergere e di avere successo. L'origine del lavoro deriva dallo sviluppo di un modello matematico creato con lo scopo di descrivere l'emergenza delle innovazioni in uno spazio.

Si ritiene necessario illustrare opportunamente le domande di ricerca formulate prima di esporre il resto del lavoro.

Le domande sono divise in tre diverse categorie correlate tra di loro. La prima contiene le domande relative alla definizione di ecosistema e dei suoi meccanismi. La seconda presenta tutte le domande relative all'accostamento tra realtà e modello mentre il terzo gruppo di domande rappresenta il fulcro del lavoro, ovvero contiene le domande che riguardano le implicazioni che i risultati del modello portano nella teoria degli ecosistemi imprenditoriali.

2.3.1. Ecosistemi imprenditoriali

- Come nasce e come si mantiene vivo un ecosistema imprenditoriale?
- Quali condizioni sono necessarie per mantenere in vita un ecosistema imprenditoriale?
- Come si sviluppa nel tempo?
- Quali meccanismi guidano questo sviluppo?

2.3.2. Modello PUT e Ecosistemi imprenditoriali

- Il modello PUT può essere utilizzato per spiegare gli ecosistemi imprenditoriali?
- Il meccanismo dell'”adiacente possibile” spiega l'emergenza delle startup in un ecosistema?
- Il meccanismo “richer-gets-richer” spiega la distribuzione del funding negli ecosistemi imprenditoriali?
- Sotto quali condizioni il modello PUT descrive un ecosistema imprenditoriale?

2.3.3. Risultati del modello e realtà

- Nell'evoluzione di un ecosistema imprenditoriale, conta la velocità con cui si creano le imprese?
- È necessario che avvengano processi di exploration e exploitation all'interno di un ecosistema imprenditoriale?
- Esiste un vincolo di budget finanziario allo sviluppo di un ecosistema imprenditoriale?

3. L'urna di Polya ad innesco di innovazione

In questo capitolo si espongono le principali motivazioni della scelta del modello PUT per descrivere il fenomeno degli ecosistemi imprenditoriali e successivamente si espone il funzionamento del modello.

3.1. Motivazioni principali

È stato scelto il modello dell'urna di Polya ad innesco di innovazione (da ora in poi chiamato modello PUT) per tre motivazioni principali. La prima parte della dimostrazione che le variabili legate all'imprenditorialità seguono una legge di potenza, da cui emerge la necessità di usare strumenti matematici alternativi per l'analisi. La seconda arriva da un concetto matematico, "l'adiacente possibile", secondo il quale le innovazioni aprono la strada a nuove innovazioni mentre la terza riguarda il funzionamento stesso del modello e la corrispondenza con gli ecosistemi.

3.1.1. Leggi di potenza e imprenditorialità

La letteratura sugli ecosistemi imprenditoriali fino a questo punto si è concentrata su quali fossero gli elementi necessari e i fattori chiave per il successo di un ecosistema [inserire autori], ipotizzando implicitamente che i risultati di un ecosistema seguissero una distribuzione normale, tendenza già osservata nella letteratura sull'imprenditorialità (Crawford et al., 2015). Ciò porta a pensare che, grazie ai fattori e agli elementi chiave, sia possibile "stringere" la curva a campana tipica della distribuzione normale e aumentare quindi la probabilità di ottenere start-ups di successo all'interno del proprio ecosistema.

Come descritto da Crawford et al. (2015), un'assunzione mantenuta per lungo tempo dalla ricerca sull'imprenditorialità è che le variabili di interesse siano caratterizzate da una distribuzione normale sia nella teoria che nella pratica. In altre parole, si assume che i punteggi su variabili come le risorse aziendali (ad esempio il capitale umano e le risorse finanziarie) e le prestazioni e i risultati delle imprese (come il fatturato o la crescita del fatturato) si aggregano attorno ad una media, che è stabile e significativa, suggerendo che le osservazioni possano essere accuratamente caratterizzate da una combinazione della media e della deviazione standard.

Grazie all'analisi dei dati relativi a 12 mila imprese, Crawford et al. (2015) ha dimostrato che 48 delle 49 variabili di interesse legate all'imprenditorialità studiate non seguono una distribuzione normale bensì una legge di potenza, concludendo che si dovrebbe assumere questo tipo di distribuzione per ogni variabile di interesse salvo prova contraria.

Questo risultato ha un forte impatto sullo studio dell'imprenditorialità e degli ecosistemi imprenditoriali. Infatti, assumendo la presenza di leggi di potenza, non è più possibile utilizzare gli strumenti statistici tipici delle distribuzioni normali, e si rende necessario scoprire altri strumenti che siano in grado di fornire una spiegazione a questi fenomeni.

In un mondo basato su leggi di potenza, è il numero di tentativi che aumenta la probabilità di ottenere un evento "popolare". Il modello dell'urna di Polya ad innesco di innovazione, essendo contraddistinto dal fatto che presenta delle leggi di potenza, permette di fornire delle risposte sulle dinamiche che avvengono negli ecosistemi imprenditoriali.

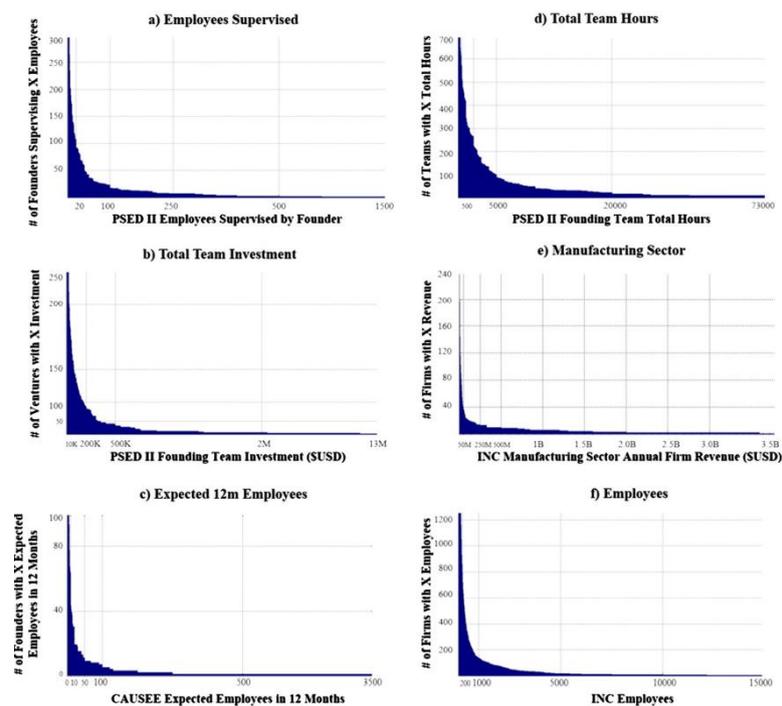


Figura 7 Distribuzioni di frequenza per input e risultati nell'imprenditorialità [Fonte: Crawford et al., 2015]

3.1.2. L'adiacente possibile

Un elemento che ha portato la scelta verso questo modello è il fatto che il modello si basa sul concetto dell'adiacente possibile.

Teorizzato da Kauffman (2000) per spiegare l'evoluzione molecolare e biologica e poi esteso anche ad altri contesti, l'adiacente possibile consiste in tutte le cose che sono ad un passo da quelle che già esistono. Una delle proprietà interessanti di questo spazio delle possibilità è che è dinamico e viene ristrutturato ogni volta che una novità appare. Questo concetto è applicabile a tutte quelle cose, idee strutture linguistiche, concetti, molecole, genomi, artefatti tecnologici, etc. che sono ad un passo da quello che già esiste (Loreto et al., 2016).

Graficamente, questo concetto può essere rappresentato come un grafo in cui ogni nodo è un singolo elemento. I nodi si dividono in due categorie differenti, quelli visitati (nodi grigi) e quelli non visitati (nodi bianchi). Immaginiamo un camminatore che vaga tra i nodi del grafo. Nel momento in cui il camminatore visita un nodo bianco per la prima volta, appare un'altra parte del grafo che non poteva essere prevista prima della visita. Questo si vede graficamente tramite l'aggiunta di nuovi nodi bianchi collegati al nodo appena visitato (transizione dalla Figura 5a alla Figura 5b).

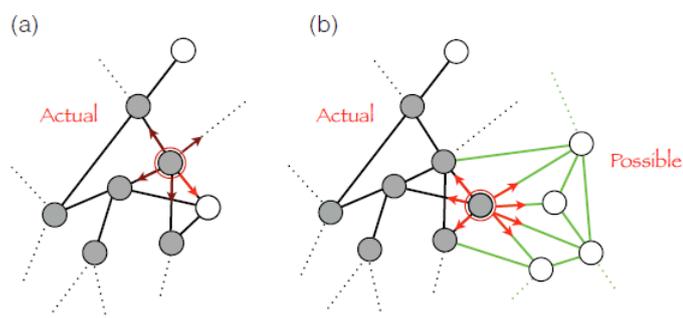


Figura 8 Illustrazione dell'adiacente possibile [Fonte: Loreto et al., 2016]

L'idea teorica dell'adiacente possibile è stata esplorata empiricamente e modellata dalla recente letteratura (Loreto et al., 2016; Tria et al., 2014), offrendo intuizioni chiave che utilizzeremo per studiare gli ecosistemi imprenditoriali.

Ad esempio, la scoperta della ruota da parte dei Sumeri è stata fondamentale per l'invenzione del carro da buoi secoli dopo. Infatti, senza l'invenzione della ruota, non si sarebbe mai potuto inventare. Allo stesso modo, più di recente l'invenzione del microprocessore da parte di INTEL ha permesso alla Apple di realizzare il primo Personal Computer. Ancora più di recente, l'arrivo sul mercato dell'iPhone da parte di Apple è stato possibile solo grazie alle invenzioni precedenti come ad esempio il palmare. In questo caso, il carro di buoi, il PC e l'iPhone sono tutti adiacenti possibili di altre tecnologie (la ruota, il microprocessore e il palmare).

Il motivo per il quale il concetto dell'"adiacente possibile" è di interesse è il fatto che può essere applicato sull'emergenza delle startup di un ecosistema, infatti si osserva che come le novità, le start-ups (gli elementi chiave di un ecosistema imprenditoriale) emergono intorno a innovazioni e business models che sono o completamente nuovi o evoluzioni di quello che è apparso prima nell'ecosistema (Mason and Brown, 2014), creando quindi dei percorsi di path dependency.

Questo concetto è quindi affine alle "waves of innovation" descritte in precedenza. Riprendendo l'esempio della Silicon Valley, si possono osservare diverse ondate di

innovazioni a partire dalla sua fondazione che sono frutto del principio dell'adiacente possibile:

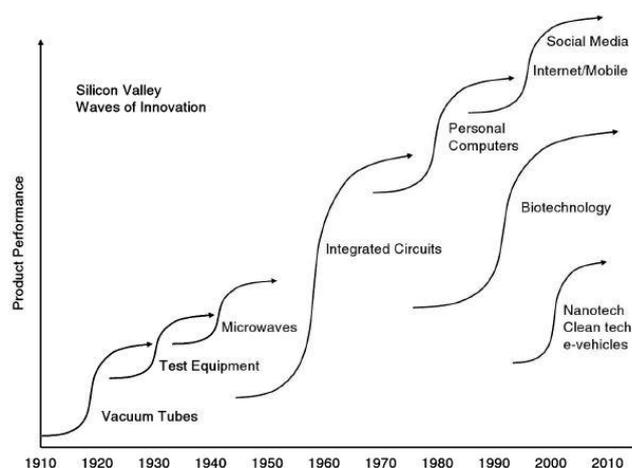


Figura 9 Le ondate di innovazione nella Silicon Valley [Fonte: Engel, 2014]

Aver sviluppato e commercializzato la tecnologia dei circuiti integrati in Silicon Valley ha aperto la strada a altre tecnologie e innovazioni come il Personal Computer, Internet e i Social Media.

Il modello PUT, integrando il concetto di “adiacente possibile” nel suo funzionamento, rappresenta quindi una potenziale buona approssimazione dei meccanismi che guidano l'emergenza di startup e imprese che emergono intorno alle innovazioni basate sull'evoluzione di innovazioni passate dell'ecosistema.

Prima di descrivere il parallelo tra ecosistema e modello, è necessario descrivere le origini del modello, per avere una visione più chiara dei meccanismi che lo contraddistinguono

3.3. Un modello matematico per l'emergenza delle novità

L'emergenza di novità e la loro relativa crescita e declino in termini di popolarità è un fenomeno che si può considerare ubiquo nelle attività di un essere umano. La scoperta di nuovi brani da ascoltare, i nuovi post e tweet sui Social Media e la pubblicazione di nuovi libri sono solo alcuni degli esempi possibili di questo fenomeno. La nostra produzione artistica, scientifica e tecnologica è pervasa dalla coesistenza di elementi popolari da lungo tempo e nuovi trend che spesso emergono per poi sparire dopo poco tempo.

Allo stesso modo, all'interno degli ecosistemi imprenditoriali si può osservare la coesistenza tra start-ups diventate grandi imprese quotate multinazionali e progetti di start-ups che seguono i trend d'innovazione, chiamati “waves of innovation”, più recenti. Prendendo la Silicon Valley come esempio di ecosistema imprenditoriale, si può

osservare come grandi aziende nate negli anni '70 durante l'emergenza del PC come Apple e Microsoft convivano con una miriade di start-ups che oggi coprono un grande numero di categorie di innovazione, come l'Artificial Intelligence, i Big Data e le Life Sciences.

Fino ad ora è risultato complesso comprendere i meccanismi che regolano il successo di una innovazione, infatti solo alcune innovazioni si distinguono dalla massa e diventano popolari. La casualità gioca un ruolo fondamentale nell'innovazione, ma sono state scoperte delle statistiche globali che hanno identificato dei pattern generali. La letteratura si è concentrata principalmente su due statistiche di interesse:

1. Quante innovazioni diverse sono state osservate dall'inizio del processo fino ad un determinato istante di tempo? Con quale ritmo compaiono?
2. Data una misura di popolarità delle innovazioni e una classifica basata su questa misura, quanto dipende la popolarità di un'innovazione dalla posizione nella classifica?

Per rispondere alla prima domanda, è necessario definire che cosa sia il tempo, mentre per rispondere alla seconda è necessario identificare una misura di popolarità. Prendendo come esempio di innovazione le startup presenti in un ecosistema imprenditoriale, si potrebbe considerare la data in cui è stato fondato l'ecosistema e definire degli istanti di tempo per la prima domanda, utilizzando invece i finanziamenti ricevuti da ogni startup come misura di popolarità: in ognuno di questi istanti si conta il numero di startup distinte e si ordinano in base ai finanziamenti ricevuti. Nella maggior parte dei casi, queste due statistiche prendono la forma di leggi di potenza. La prima è rappresentata dalla legge di Heaps, mentre la seconda è rappresentata dalla legge di Zipf.

3.4. La legge di Potenza

Come descritto in precedenza, la famiglia delle leggi di potenza (power laws) viene utilizzata per descrivere fenomeni dove eventi molto "popolari" sono rari mentre eventi di dimensioni modeste sono comuni. Ad esempio, ci sono poche metropoli popolate da decine di milioni di abitanti ma ci sono tantissime città piccole, in un testo ci sono poche parole che sono molto frequenti (ad esempio, gli articoli) mentre molte parole compaiono poche volte.

Dal punto di vista matematico una quantità x è soggetta a una legge di potenza se la sua distribuzione di probabilità è $p(x) \propto x^{-\alpha}$.

Nello specifico:

$$p(x) = \begin{cases} (\alpha - 1)x_{min}^{\alpha-1}x^{-\alpha} & \text{per } x \geq x_{min} \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Dove α è l'esponente della legge di potenza e determina la pendenza della curva. Più questo è grande più i valori si trovano verso la coda della distribuzione (dove ci sono gli eventi che hanno maggiore impatto) e dove x_{min} è il valore minimo della serie di dati per cui questa segue una legge di potenza (definendo una soglia sotto la quale tutto è considerato rumore). Per facilitare la lettura, le leggi di potenza vengono rappresentate graficamente con gli assi in scala logaritmica, conferendo così alla distribuzione la forma di una retta.

Le leggi di potenza hanno una varianza quasi infinita, intervalli di confidenza instabili e media non significativa (Andriani & McKelvey, 2009). Ad esempio, la media della popolazione delle città italiane è circa 7500 per città, ma è facile comprendere che questa misura è di diversi ordini di grandezza più piccola delle città principali del paese. Le leggi di potenza sono state osservate in diversi fenomeni, sia naturali che creati dall'uomo. Ad esempio, la frequenza delle parole in un testo (Zipf, 1949), le citazioni degli articoli scientifici, la magnitudo dei terremoti, l'intensità delle guerre (Roberts & Turcotte, 1998) e la popolazione delle città (Blank & Solomon, 2000).

Il messaggio fornito da una legge di potenza è quindi che la maggior parte dell'impatto è relativo a pochissimi avvenimenti, che dipendono dal numero di eventi totali.

3.5. La Heaps' Law e la Zipf's Law

La legge di Heaps, introdotta dallo stesso Heaps nel 1978, è una legge empirica che descrive il numero di elementi diversi d_n che compaiono in una sequenza di lunghezza n quando n è grande, secondo la seguente regola:

$$d_n \asymp n^\beta, \quad \beta \in (0,1).$$

Ovvero il numero di elementi distinti in una sequenza temporale aumenta in modo sub-lineare. La legge dice quindi che il numero di elementi distinti è proporzionale al numero di elementi n presenti elevato ad un fattore minore di 1, che vuol dire che per avere molti elementi distinti è necessario avere un n molto grande. Questa legge fu introdotta in principio per descrivere la velocità con cui parole distinte appaiono in un testo: in questo caso le novità sono le parole distinte del testo non ancora lette, il tempo è l'ordine di apparizione di una parola e la popolarità è basata sul numero di volte che la stessa parola appare nel testo.

La legge di Zipf invece è un'altra legge empirica (Zipf, 1949) dimostra che la coda di una distribuzione frequency-rank $f(j)$, che descrive quante volte un elemento è osservato in funzione del suo grado, è una legge di potenza di ordine α , quindi ogni elemento alla posizione j del rango ha una frequenza che segue una legge di potenza:

$$f(j) \propto j^{-\alpha}, \quad \alpha > 0$$

e chiaramente è decrescente in j . Se $\alpha=1$, la chiamiamo legge di Zipf “esatta”, altrimenti la chiamiamo legge di Zipf “generalizzata”. Tornando all’esempio delle parole in un testo, questa legge ci dice che ci sono poche parole con una frequenza molto alta, come gli articoli, e che la maggior parte delle altre invece hanno una frequenza molto più bassa.

Esiste anche una relazione tra queste due leggi: in generale, se stimiamo α nella coda della distribuzione, quindi per ranghi bassi, dovrebbe essere che $\alpha = \frac{1}{\beta}$ dove β è il coefficiente stimato per la legge di Heaps.

Trovare un modello che potesse riprodurre queste due leggi è stato l’obiettivo di molti studi, ma modellare degli eventi futuri che hanno una probabilità non nulla ma che non sono ancora stati osservati è stato un problema insidioso. Zabell (1992) chiama questa difficoltà “problema della conoscenza imprevista”.

3.6. I modelli matematici per l’emergenza delle innovazioni

I modelli matematici proposti in letteratura hanno l’obiettivo di creare una sequenza in cui la posizione di un elemento rappresenta il tempo, di osservare il ritmo con il quale il numero di elementi distinti nella sequenza aumenta con il tempo e infine di studiarne la distribuzione frequency-rank. Un pattern comune è quello che viene chiamato “richer-gets-richer”, che determina una maggiore popolarità per gli elementi già popolari, attraverso meccanismi di rinforzo differenti. Tra i vari modelli troviamo:

- I modelli Simon-like (HA Simon, 1955) sono stati tra i primi a essere proposti per studiare le distribuzioni frequency-rank di un testo: la sequenza inizia con un singolo elemento e ad ogni istante di tempo un nuovo elemento viene registrato con probabilità p , altrimenti un elemento tra quelli già presenti nella sequenza viene estratto casualmente, proporzionalmente alla sua frequenza, in modo da riprodurre il meccanismo “richer-gets-richer”. Nella versione originale del modello p è una probabilità costante, mentre nei successivi miglioramenti è stata resa decrescente rispetto al tempo o sono stati introdotti fattori che aumentavano la probabilità di scegliere gli elementi più recenti nella sequenza invece che quelli più vecchi.
- Un modello differente dagli altri ma utilizzato per rappresentare distribuzioni di frequenza che seguono una legge di potenza è il modello di riduzione dello spazio di campionamento (Corominas-Murtra, 2015): c’è un limite superiore N per il numero massimo di elementi distinti e non riproduce il meccanismo richer-gets-richer. Si inizia campionando un numero intero da 1 a N , dopodiché, si utilizza la seguente ricorsione: l’elemento n -esimo nella sequenza è uniformemente

campionato tra gli interi tra 1 e il numero precedente della sequenza. Dopo che il numero 1 appare, il processo riparte di nuovo da N. Esiste anche un caso in cui si può considerare una probabilità λ di campionare nuovamente da 1 a N invece di basarsi sul numero precedente.

- Il modello più generico però è il modello dell'urna di Polya (Polya, 1930; Johnson et al., 1977; Mahmoud, 2008): la regola base è che all'interno di un'urna ci sono delle palline di diverso colore e, quando una di queste viene estratta e inserita nella sequenza, viene sostituita da un certo numero di copie dello stesso colore. Il modello dell'urna di Hoppe (Hoppe, 1984), che si basa sul modello precedente, all'inizio contiene delle palline colorate di peso 1 e una pallina nera di peso θ . Ad ogni istante di tempo n una pallina è pescata dall'urna proporzionalmente al suo peso: se è una palla normale è sostituita da una copia dello stesso colore (ciò attiva il meccanismo richer-gets-richer poiché ogni colore ha una probabilità di estrazione basata sulla sua frequenza nell'urna); se è la pallina nera, viene reinserita insieme ad una pallina di un colore nuovo. Invece di una sequenza in questo caso l'interesse è determinare come il numero di colori distinti aumenta con il tempo nell'urna e studiarne la distribuzione frequency-rank.
- A partire dal modello di Polya, Tria et al. (2014) hanno proposto una integrazione del modello generico, chiamata Urna di Polya ad innesco di innovazione, che è il modello preso in esame in questa tesi ed è descritto approfonditamente nella prossima sezione.

3.7. Il modello PUT

Una volta chiaro che cosa rappresenti il fenomeno dell'adiacente possibile, lo step successivo è quello di modellare come avviene l'esplorazione dei nodi. Tria et al. (2014) hanno proposto un modello per l'emergenza delle novità all'interno di un determinato spazio chiamato "urna di Polya con innovation triggering" (d'ora in poi chiamato modello PUT).

L'urna di Polya è un semplice e classico modello stocastico di un'urna in cui vengono riprodotti meccanismi "rich-gets-richer" attraverso un processo di rinforzo. (Mahmoud, 2008). Nella sua versione più classica un insieme di palline di colori diversi è piazzato all'interno dell'urna. Una pallina viene estratta casualmente, esaminata, e riposta nell'urna con un certo numero di nuove palline dello stesso colore, incrementando così la probabilità di estrarre di nuovo lo stesso colore nelle estrazioni successive.

Il modello proposto da Tria et al. (2014) incorpora il concetto di adiacente possibile cosicché una novità possa generarne altre. Il modello è così enunciato da Loreto et al. (2017):

Consideriamo un'urna U contenente N_0 elementi distinti, rappresentati da palline di colori diversi. Questi elementi possono rappresentare canzoni a cui abbiamo ascoltato, pagine web che abbiamo visitato, invenzioni, idee, start-ups di un ecosistema e ogni altra esperienza umana o prodotto della creatività. In questo contesto, una serie di invenzioni è rappresentata come una sequenza S di elementi generati tramite le successive estrazioni di palline dall'urna. Così come l'adiacente possibile si espande ogni qualvolta una novità appare, così il contenuto dell'urna si ingrandisce ogni qualvolta un nuovo elemento (mai estratto prima) viene estratto. Matematicamente consideriamo una sequenza ordinata S , costruita estraendo palline da un'urna U , inizialmente contenente N_0 elementi distinti. Sia l'urna che la sequenza aumentano la loro dimensione utilizzando la seguente procedura ad ogni time step:

- Un elemento è estratto casualmente da U con probabilità uniforme e aggiunto a S ;
- L'elemento estratto viene reimpresso in U con ρ copie dello stesso (in un'altra variante, solo se è un elemento non nuovo);
- Se l'elemento estratto non è mai stato mai usato in S (in questo senso quindi è un nuovo elemento), allora $\nu + 1$ elementi distinti vengono aggiunti a U .

Una rappresentazione grafica del processo è raffigurata in Figura 6.

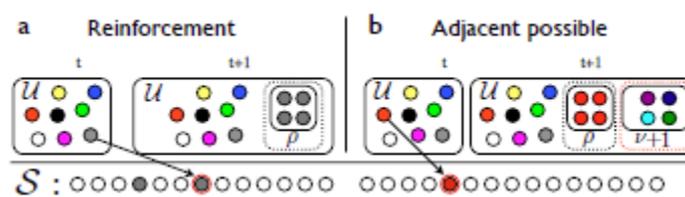


Figura 10 Urna di Polya con Innovation Triggering [Fonte: Loreto et al., 2017]

Il processo cerca di riprodurre il meccanismo “rich-gets-richer” per il quale i colori con più estrazioni sono quelli che hanno più probabilità di essere estratti, data la proporzionalità alla presenza nell'urna. Mentre il parametro ρ è relativo a questo meccanismo, il parametro ν è quello responsabile dell'esplorazione dell'adiacente possibile, infatti ogni nuovo colore che appare in S innesca nuovi colori nell'urna e dà la possibilità a questi di essere estratti, espandendo lo spazio da esplorare.

Loreto et al. (2017) hanno provato che questo modello riproduce sia la legge di Heaps che quella di Zipf in termini di quante novità differenti sono osservate in una sequenza di estrazioni fino ad un certo punto nel tempo e in termini di distribuzione frequency-rank.

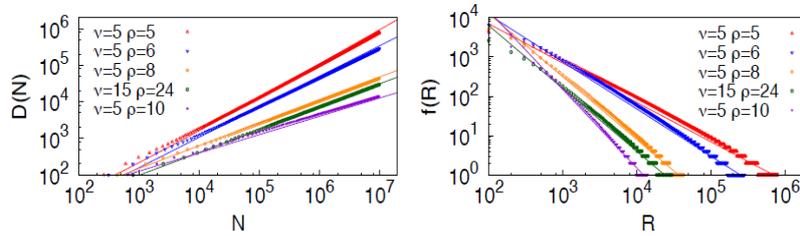


Figura 11 Heaps' Law and Zipf's Law nel modello PUT [Fonte: Loreto et al., 2017]

È stato quindi dimostrato che il modello PUT segue una legge di potenza in termini di crescita del numero di elementi distinti che appaiono in una sequenza e allo stesso modo che la cosa del grafico frequency-rank segue una legge di potenza comparabile con a un Zipf's Law.

3.5. Il rapporto $\frac{\nu}{\rho}$

Tria et al. (2014) dopo aver presentato il modello mostrano come la predizione delle leggi di Zipf e Heaps sono influenzate dal rapporto tra i parametri di rinforzo e adiacenza. In particolare, ponendo $D_1(t)$ come il numero di colori differenti apparsi almeno una volta in S al tempo t allora:

- i. Se $\nu < \rho$ (regime sub-critico) allora $D_1(t)$ cresce sublinearmente:

$$D_1(t) \sim t^{\frac{\nu}{\rho}}$$

- ii. Se $\nu = \rho$ (regime critico) allora $D_1(t)$ cresce sublinearmente:

$$D_1(t) \sim \frac{t}{\log t}$$

- iii. Se $\nu > \rho$ (regime supercritico) allora $D_1(t)$ cresce linearmente:

$$D_1(t) \sim N$$

La sub-linearità del numero di elementi distinti determina una crescita molto lenta degli stessi. Questa osservazione ci fornisce un punto chiave: per ottenere un'urna che continua a generare novità il parametro ν deve essere strettamente maggiore di ρ . In altre parole, se il meccanismo di rinforzo prevale sul meccanismo dell'adiacente possibile, il meccanismo rich-gets-richer rende molto bassa la frequenza di estrazione di colori nuovi dopo un sufficiente numero di estrazioni.

4. Il parallelo realtà-modello

4.1. Un primo punto di partenza

La semplicità intrinseca del funzionamento del modello lo rende facile da associare a fenomeni del mondo reale utilizzando analogie. Nel caso in questione, non è difficile osservare comportamenti all'interno di un ecosistema imprenditoriale che possono essere facilmente associati all'estrazione e al reinserimento di palline all'interno dell'urna.

Ad esempio, si prenda in considerazione un evento di finanziamento di una startup da parte di un investitore. Questo evento è un segnale per gli attori dell'ecosistema e comunica l'attrattiva di un certo business model/innovazione. Questo segnale ha due effetti: da una parte, stimola la creazione di supporti all'innovazione finanziata, che possono arrivare in termini di altri finanziamenti, imprese con un business model vicino che competono con la prima o con un business model/innovazione di supporto a quella originale, dall'altra il nuovo business model/innovazione apre la strada per l'emergenza di nuovi business model/innovazioni che potranno poi essere finanziate successivamente, diventando anch'esse segnali.

Usando quindi l'analogia, se consideriamo l'ecosistema come se fosse un'urna, e le imprese al suo interno come palline, allora l'evento di finanziamento è l'estrazione di una pallina/impresa, il supporto che riceve è il meccanismo di rinforzo e l'emergenza di nuovi business model è il meccanismo dell'adiacente possibile. Inoltre, i due meccanismi del modello rispecchiano la metafora "Exploit-explore" presente nella letteratura strategica.

La capability di exploitation di un ecosistema, che nel modello potrebbe essere rappresentata dal parametro ρ del modello PUT, comprende tutte quelle attività volte ad accrescere il valore di una innovazione sia in termini monetari che in termini di knowledge e networking e comprende "things as refinement, choice production, efficiency, selection, implementation, execution" come definita da March (1991). Questo tipo di attività può essere raggruppato in due macro-categorie negli ecosistemi imprenditoriali: funding e mentoring.

La capability di exploration invece, corrispondente al parametro v nel modello PUT, comprende tutte quelle attività volte a generare o attrarre nuove innovazioni nell'ecosistema, "things captured by terms such as search, variation, risk taking, experimentation, play, flexibility, discovery, innovation" (March 1991). Ad esempio, si può pensare alla creazione di un nuovo materiale: un ricercatore inventa un nuovo materiale senza però un'idea sulle potenziali applicazioni ottimali, nell'ecosistema un produttore di batterie scopre l'esistenza di questo materiale e lo prova nei suoi prodotti.

Perché l'ecosistema imprenditoriale possieda queste due capabilities è necessaria la presenza di attori che siano specializzati nelle attività che le caratterizzano. Per la capability di exploration, gli attori che si occupano di questo tipo di attività nell'ecosistema sono le università, gli imprenditori e le grandi imprese mentre per la capability di exploitation troviamo investitori, business support e grandi imprese.

Il suggerimento principale che fornisce il modello, che sarà approfondito nel parallelo, è il fatto che l'ecosistema imprenditoriale possieda entrambe le capabilities, ottenendo quindi una ambi-dexterity che gli permetta da un lato di generare innovazioni e dall'altro di supportare quelle esistenti.

4.2. Le leggi di Heaps' e Zipf's e gli ecosistemi

I risultati del modello replicano il comportamento delle due leggi empiriche descritte nello scorso capitolo. Grazie al parallelo, è possibile associare queste leggi ai risultati ottenuti dagli ecosistemi, confermando la teoria di Crawford et al. (2015) descritta nelle motivazioni della scelta nel modello. Infatti, la legge di Heaps' applicata agli ecosistemi imprenditoriali indica che è necessario avere moltissime innovazioni anche simili tra loro per fare in modo di ottenere un grande numero di innovazioni distinte, e la legge di Zipf's ci dice che quelle più frequenti sono quelle che diventano più popolari.

La realtà, rispetto ad un modello matematico, è più ristretta. Bisogna quindi comprendere quali siano le condizioni nel mondo reale che portano ad attivare il meccanismo dell'urna.

4.3. Definizione del parallelo realtà-modello

Per poter studiare gli ecosistemi imprenditoriali sotto analisi si è realizzato un parallelo tra realtà e modello da cui sono state poi tratte le condizioni che saranno testate sui dati.

Un riassunto del parallelo è contenuto nella tabella sottostante:

Modello PUT	Ecosistema Imprenditoriale
Urna	Area geografica dell'ecosistema imprenditoriale
Palline e colori	Le palline rappresentano i contributi per una certa innovazione. Il colore tiene traccia della sequenza di contributi che vengono messi insieme e del livello dell'innovazione (TRL)
Adiacenza v	Capacità degli attori dell'ecosistema di creare nuove connessioni all'interno dell'ecosistema
Rinforzo ρ	Capacità degli attori di aggiungere risorse.

Sequenza di palline estratte S	Tiene conto del Path Dependency dell'ecosistema
Numero di palline nell'urna N	Numero di contributi presenti nell'urna

4.4. Il parallelo

Il parallelo è composto da tre parti: la prima accosta il concetto di urna con quello di ecosistema, la seconda si occupa di che cosa rappresentano le palline e i colori mentre la terza spiega come si possono identificare i meccanismi di estrazione, rinforzo e adiacenza all'interno degli ecosistemi imprenditoriali.

4.4.1. L'urna

Il concetto di ecosistema imprenditoriale è un concetto spaziale così come lo è quello di urna. In un caso parliamo di un'area geografica che contiene determinati attori e elementi mentre nel secondo parliamo di uno spazio in cui sono contenute delle palline che vengono estratte secondo un certo meccanismo. La differenza tra i due concetti è che un'area geografica ha un limite mentre l'urna in senso matematico non ha grandezze che ne stabiliscono la dimensione.

La realtà dunque è più restrittiva del modello matematico, poiché nell'area geografica di un ecosistema si può raggiungere una saturazione di elementi. Inoltre, più lo spazio diventa limitato e maggiore è l'attrattività del luogo, maggiore diventa il prezzo da pagare per essere presente. Un modo di misurare la saturazione di un ecosistema, e quindi dell'urna, è utilizzare una proxy come l'andamento del prezzo medio di affitto di una abitazione all'interno dell'area dell'ecosistema. Ad esempio, la media di affitto residenziale a San Francisco è passata da \$ 2,219 nel 2010 a \$ 3,440 all'inizio del 2019, un aumento del 55% in meno di dieci anni.

Inoltre, i risultati del modello PUT sono validi in situazioni asintotiche. Senza un numero molto elevato di estrazioni, nell'ordine delle migliaia, non è possibile utilizzare il modello per spiegare un ecosistema imprenditoriale. Questo probabilmente risulterà nel fatto che gli ecosistemi più sviluppati seguiranno i risultati del modello mentre quelli nascenti devieranno.

4.4.2. Palline e colori

Le palline, distinte nell'urna in base al colore, sono l'elemento chiave del modello PUT. L'unico input del modello è infatti il numero di palline di partenza N_0 , il numero di palline di un certo colore indica il rinforzo che è stato ottenuto e l'innovazione è rappresentata dall'aggiunta di palline di colori diversi.

Negli ecosistemi imprenditoriali, l'innovazione si presenta sotto diverse forme: brevetti, tecnologie, spillovers di conoscenza, start-ups, spinoffs, ricerche, etc. Le palline del modello PUT quindi rappresentano l'emergenza di un'innovazione in vari stadi all'interno dell'ecosistema.

Il concetto di TRL, o Technology Readiness Level, che indica una metodologia per la valutazione del grado di maturità di una tecnologia, è un concetto che rappresenta i vari stadi di emergenza di una innovazione tecnologica. Una lista dei diversi TRL è rappresentata in Tabella 3:

Livello di TRL	Descrizione
TRL 1	Osservati i principi fondamentali
TRL 2	Formulato il concetto della tecnologia
TRL 3	Prova di concetto sperimentale
TRL 4	Tecnologia convalidata in laboratorio
TRL 5	Tecnologia convalidata in ambiente (industrialmente) rilevante
TRL 6	Tecnologia dimostrata in ambiente (industrialmente) rilevante
TRL 7	Dimostrazione di un prototipo di sistema in ambiente operativo
TRL 8	Sistema completo e qualificato
TRL 9	Sistema reale provato in ambiente operativo (produzione competitiva, commercializzazione)

Tabella 3 I diversi TRL [Fonte: Wikipedia]

Una certa innovazione quindi, man mano che i vari colori necessari vengono estratti, parte da una conoscenza di base, poi diventa tecnologia, poi ingegneria e infine finisce sul mercato. Questo processo è riconducibile all'aggiunta di pezzi di conoscenza "adiacente" alla conoscenza già presente nell'ecosistema, meccanismo equivalente al quello dell'"adiacente possibile" che viene utilizzato nel modello PUT.

Una condizione che emerge dal modello è data dall'input N_0 di palline. Questa indica che perché possa nascere un ecosistema è necessario avere un insieme di colori già presenti nell'ecosistema. Questo spiega anche la specializzazione in alcune categorie di innovazione che si riscontra negli ecosistemi imprenditoriali. Infatti, la sequenza S , che tiene traccia delle estrazioni tiene traccia della storia di un ecosistema, rappresenta i vincoli di path dependency che influenzano la possibilità di sviluppo delle innovazioni che compaiono nell'ecosistema. Portando sempre l'esempio della Silicon Valley, senza la ricerca sui circuiti integrati non si sarebbe arrivati allo sviluppo dei PC, senza il quale non si sarebbe potuto sviluppare la tecnologia di Internet e così via. Allo stesso modo, senza una giusta sequenza, l'ecosistema non è in grado di riconoscere se le innovazioni sono di valore oppure no. Ad esempio, se si fosse provato a sviluppare il Cloud Computing a Torino, la mancanza dei contributi di conoscenza precedenti non avrebbe permesso il riconoscimento delle potenzialità di questa innovazione.

L'obiettivo finale di un ecosistema imprenditoriale è quello di generare imprese, quindi per semplicità è possibile considerare solo queste come innovazioni che emergono a partire dalle imprese iniziali dell'ecosistema. Considerare tutte le innovazioni all'interno di una regione rappresenta un compito piuttosto arduo e ad alto margine di errore mentre per le start-up il risultato è sicuramente più vicino alla realtà. Inoltre, le start-up rappresentano bene quel processo di innovazione multistadio definito da Baregheh et al. (2009).

4.4.3. Estrazione, Adiacenza e Rinforzo

Come si è visto il modello PUT è composto da tre meccanismi principali: l'estrazione, l'adiacenza e il rinforzo. Questi meccanismi generano i risultati visti nel capitolo 2 sul comportamento dell'evoluzione delle palline nell'urna.

Il modello matematico non si occupa di fornire alcuna informazione sugli attori che partecipano al funzionamento di questi meccanismi. Osservando la teoria sugli ecosistemi descritta nel capitolo 1, emerge che sono gli attori principali di un ecosistema a definirne il successo, quindi si teorizza che siano questi stessi attori ad attivare i meccanismi dell'urna all'interno dell'ecosistema secondo la divisione vista nel capitolo precedente (attori specializzati in exploration e exploitation).

Come già descritto, il fenomeno dell'estrazione è rappresentato da eventi come il funding di una startup, la registrazione di un brevetto, l'uscita di articoli giornalistici, etc., che segnalano all'ecosistema l'importanza di una certa innovazione presente nell'ecosistema stesso.

Seguendo il modello, questo genere di eventi, le estrazioni, generano due risposte da parte dell'ecosistema: da una parte "rinforzano" il supporto che una certa innovazione riceve nell'ecosistema, portando alla creazione di imprese che competono per l'acquisizione di valore e portando all'aumento del supporto da parte degli attori che si occupano di exploitation alle imprese relative all'innovazione estratta e dall'altra aprono la strada alla ricerca di modelli di business/innovazioni completamente nuovi basati sull'innovazione estratta.

Questi meccanismi si attivano quindi grazie alle interazioni tra i vari attori dell'ecosistema. Ad esempio, gli imprenditori si incontrano, si forniscono supporto a vicenda e creano nuovi progetti, i ricercatori discutono e generano nuove idee per le proprie ricerche e gli investitori cercano start-ups promettenti su cui investire e forniscono supporto a quelle su cui hanno già investito. L'insieme di queste interazioni porta agli eventi di "estrazioni" appena descritti.

Le varie interazioni tra gli attori possono essere suddivise secondo i due meccanismi del modello PUT. Alcune di queste, come la discussione tra ricercatori, aiuta il meccanismo

dell'adiacente possibile mentre il supporto di un mentor ad una startup sviluppa il meccanismo di rinforzo.

Nella tabella 4 si propongono alcune di queste interazioni, divise in “interazioni di exploration” e “interazioni di exploitation” per alcuni dei principali attori di un ecosistema imprenditoriale:

Attore	Interazione di exploration	Interazione di exploitation
Imprenditore	Conoscere nuovi clienti o partner	Cercare e ricevere finanziamenti per sviluppare la start-up
Investitori e Venture Capital	Individuare nuovi progetti di start-up su cui investire o nuovi fondi monetari da investire	Investire su progetti di start-up promettenti
Ricercatori Universitari	Iniziare nuove ricerche basate su lavori di altri ricercatori	Ricevere più fondi per la propria ricerca
Istituzioni regionali	Creare nuovi programmi di incentivazione e supporto ai progetti imprenditoriali	Gestire i programmi e supportare le imprese attraverso fondi governativi e servizi
Mentors	Cercare nuove start-ups a cui offrire mentoring, attraverso reti di mentors e imprenditori	Effettuare il servizio di mentoring sulle start-ups scelte
Grandi Imprese	Ricerca di nuovi prodotti e innovazioni e start-ups con cui collaborare. Generare spin-offs	Fornire percorsi di accelerazione e fondi di investimento a start-ups partner e spin-offs

Ogni attore quindi compie delle azioni che influenzano la performance dell'ecosistema di cui fa parte. Le interazioni di adiacenza sono volte alla creazione di nuovi legami all'interno dell'ecosistema mentre le interazioni di rinforzo consolidano relazioni già presenti. Prendendo l'esempio di un ricercatore universitario, una interazione di adiacenza è quella di iniziare un nuovo lavoro di ricerca con un altro ricercatore, il ricercatore quindi estrae una pallina (idea) e ne inserisce altre di colori diversi svolgendo il lavoro di ricerca, aprendo nuove possibilità di estrazione di nuovi colori nel futuro da parte di altri ricercatori, un'interazione di rinforzo invece è trovare più fondi per la propria ricerca in dimensione adeguata ad esempio partecipando a bandi o accordandosi con delle imprese.

Questo tipo di meccanismo è coerente con quello già descritto da Spigel (2017). Nel suo lavoro, come descritto nel capitolo 2, si individuano relazioni di supporto e di rinforzo tra

gli attributi di un ecosistema. Le prime generano nuovi attributi mentre le seconde portano al rinforzo degli attributi già presenti. Allo stesso modo, le interazioni di adiacenza, creando nuovi legami, favoriscono l'emergenza di nuovi attributi mentre le interazioni di rinforzo, fornendo risorse agli attori già presenti, portano al rafforzamento degli attributi sociali, materiali e culturali già presenti nell'ecosistema.

È quindi l'insieme delle azioni simultanee di più attori che influenzano la frequenza degli eventi di estrazione, il valore medio del parametro del rinforzo ρ e il valore medio del parametro dell'adiacenza ν di un ecosistema imprenditoriale.

Questo concetto implica tre condizioni: prima di tutto sottolinea la necessità di vicinanza degli attori di un ecosistema e secondo necessita che nell'ecosistema ci sia un numero adeguato di attori diversi. Queste due condizioni servono per fare in modo di avere una frequenza di estrazione abbastanza elevata da far crescere l'ecosistema in un tempo ragionevole. Inoltre, il mondo reale al contrario del modello è contraddistinto dal tempo che scorre, e le innovazioni rischiano di diventare obsolete, sparire dall'ecosistema, o catturate da un altro ecosistema, se non estratte in tempo. La terza condizione invece, riguarda la necessità di avere risorse finanziarie sufficienti al sostentamento dell'ecosistema. Ogni estrazione infatti ha un costo che deve essere sostenuto da alcuni attori dell'ecosistema come i venture capital e i policymaker. Senza le risorse necessarie, che devono quindi essere attratte verso l'ecosistema nel tempo, il meccanismo dell'urna si interrompe a causa dell'impossibilità di estrazione. La richiesta di risorse inoltre è crescente nel tempo, poiché le start-ups già estratte necessitano di risorse sempre maggiori.

4.4.4. Il rapporto ρ/ν

Il modello PUT riesce a replicare con successo la Zipf's Law e la Heaps' Law, ma solo sotto certe condizioni che riguardano il rapporto tra il parametro di adiacenza ν e quello di rinforzo ρ . Questo risultato permette di estrapolare una condizione matematica necessaria per la quale un ecosistema sia in grado di svilupparsi e prosperare. In particolare:

- Se $\nu < \rho$, quindi se il parametro medio di adiacenza è inferiore al parametro di rinforzo, nell'urna si ha difficoltà a creare palline di nuovi colori e ciò rende meno probabile la probabilità di estrarre nuovi colori. Negli ecosistemi questo significa che se non si compie abbastanza exploration, quindi o non ci sono abbastanza attori che compiono questa attività o se quelli che ci sono non ne compiono abbastanza a causa della difficoltà di interazione, l'ecosistema non riesce più a generare innovazioni nuove in numero sufficiente e, a lungo andare, l'exploitation porterà allo sviluppo delle poche imprese che hanno ricevuto la maggior parte dei finanziamenti, interrompendo le dinamiche dell'ecosistema.

- Se $\nu = \rho$, quindi se i due parametri sono uguali, comunque il numero di colori distinti cresce sub-linearmente. La situazione è quindi la stessa del caso $\nu < \rho$.
- Se $\nu > \rho$, quindi se il parametro di adiacenza è strettamente superiore a quello di rinforzo, l'urna continua a generare nuovi colori e la crescita di colori distinti è lineare. Nell'ecosistema imprenditoriale questo vuol dire che è necessario avere più exploration che exploitation, in modo da generare una costante riserva di nuove innovazioni su cui si possa poi compiere attività di exploitation.

La condizione fornita dal modello è quindi che è necessario compiere più exploration che exploitation in modo che si riscontrino leggi di potenza. Senza una costante aggiunta di nuove innovazioni infatti, l'ecosistema continua ad estrarre e a rinforzare le innovazioni già esistenti e il meccanismo dell'urna si ferma.

4.4.5. Le condizioni risultanti e i problemi del modello

Riassumendo, abbiamo identificato delle condizioni che il modello impone sulla realtà e dei fenomeni della realtà che il modello non descrive. In particolare, le condizioni imposte dal mondo reale sono:

1. Per poter utilizzare il modello PUT per spiegare un ecosistema, è necessario raggiungere il comportamento asintotico, quindi dopo qualche migliaio di estrazioni.
2. Perché possa nascere un ecosistema imprenditoriale e svilupparsi, è necessario possedere o attirare a sé imprese caratterizzate da innovazioni specifiche, che fungano da punto di partenza per l'ecosistema.
3. L'ecosistema deve contenere al suo interno un numero elevato di attori differenti, in modo da facilitarne l'interazione per supportare e esplorare le innovazioni.
4. La frequenza di estrazione di un ecosistema deve essere abbastanza alta da impedire l'obsolescenza delle innovazioni generate.
5. Le interazioni di exploration devono essere di più di quelle di exploitation, in modo che risulti che $\nu > \rho$.
6. L'ecosistema necessita di sufficienti risorse finanziarie per supportare il meccanismo dell'urna.

I fenomeni non descritti dal modello sono:

1. Gli ecosistemi imprenditoriali, rispetto all'urna del modello, possono raggiungere la saturazione, misurabile tramite il prezzo medio di affitto di un'abitazione nell'area.
2. Il tempo è una variabile rilevante, infatti se non estratte per un po' di tempo le start-ups/innovazioni scompaiono.

3. Start-ups diverse non ricevono lo stesso ammontare di rinforzo, ma dipende dalla popolarità e qualità dell'innovazione che portano.
4. Ogni estrazione ha un costo in termini di risorse finanziarie.

Da queste condizioni è evidente che il modello necessita di diversi miglioramenti in modo da aumentare la qualità del parallelo. Nel prossimo capitolo si descriveranno più in dettaglio. In una recente tesi (Mastrototaro, 2018), sono state proposte alcune estensioni che possono risolvere alcuni dei seguenti limiti.

5. I limiti del modello

5.1. Riconoscimento delle innovazioni nel tempo

Come descritto nel parallelo, una variabile non considerata all'interno del modello è quella del tempo. Infatti, le innovazioni devono essere estratte rapidamente dall'ecosistema oppure scompaiono per obsolescenza. Una startup che non riceve finanziamenti o attenzioni potrebbe spostarsi di ecosistema oppure essere abbandonata dal team che ci lavora; una ricerca universitaria che smette di ricevere supporti e risorse svanisce e i ricercatori si spostano su nuove ricerche; un brevetto che non trova applicazione nell'ecosistema finisce nel dimenticatoio dell'ente che lo possiede. Questi fenomeni dipendono dal tempo che intercorre tra il momento in cui l'innovazione emerge nell'ecosistema e il tempo in cui l'ecosistema si rende conto della sua presenza e inizia a supportarla. Secondo il nostro parallelo quindi, è il tempo che intercorre da quando la pallina viene inserita nell'urna e quando viene estratta.

Il modello in questo momento non prevede un meccanismo di rimozione delle palline. Per rendere il modello più vicino alla realtà è necessario avere un meccanismo che elimina le palline non estratte da un certo lasso di "tempo".

Nella tesi di Mastrototaro (2018) è stato inserito un meccanismo di eliminazione che prevede che ogni pallina possieda una "durata di vita".

5.1.1. Eliminazioni di palline dall'urna

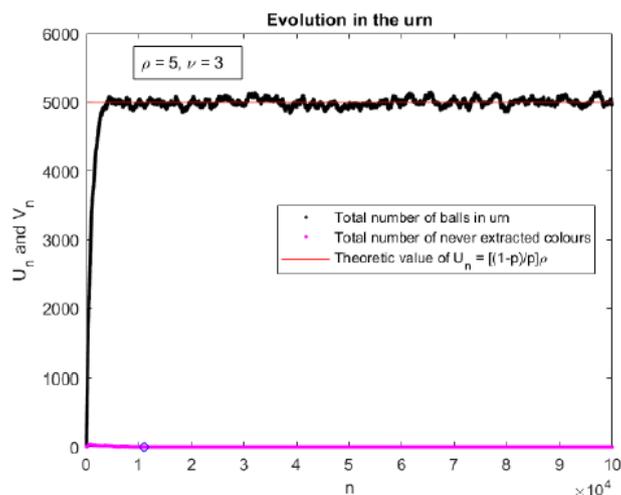
Questa estensione vuole rappresentare l'obsolescenza delle innovazioni nel tempo. Questo è stato ottenuto modificando il modello PUT in modo che dopo ogni estrazione ogni pallina nell'urna ha una piccola probabilità di scomparire in modo che ogni pallina nell'urna abbia una durata di vita che segue una distribuzione geometrica. Dopo un'analisi e alcune simulazioni numeriche, si osserva nell'urna una fluttuazione intorno ad un valore definito del numero di palline nell'urna.

Per assistere lo studio di questa estensione sono state aggiunte due statistiche:

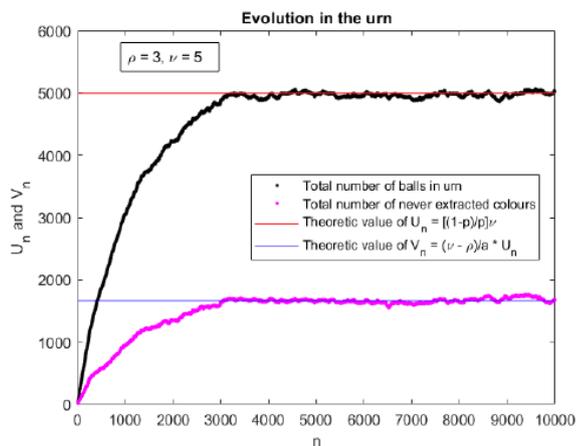
- $(U_n)_{n \geq 0}$ che descrive il numero di palline nell'urna.
- $(V_n)_{n \geq 0}$ che descrive il numero di colori mai estratti.

Quando n è grande nell'urna si osserva il seguente comportamento:

- i. Quando $v < \rho$, U_n fluttua attorno ad un valore che dipende da ρ e V_n va a 0, quindi ogni colore è stato estratto, rendendo la probabilità di estrarne uno nuovo molto vicina allo zero. L'ecosistema non produce più nuove innovazioni, le innovazioni già presenti continuano a essere rinforzate e alcune di esse dominano l'ecosistema.

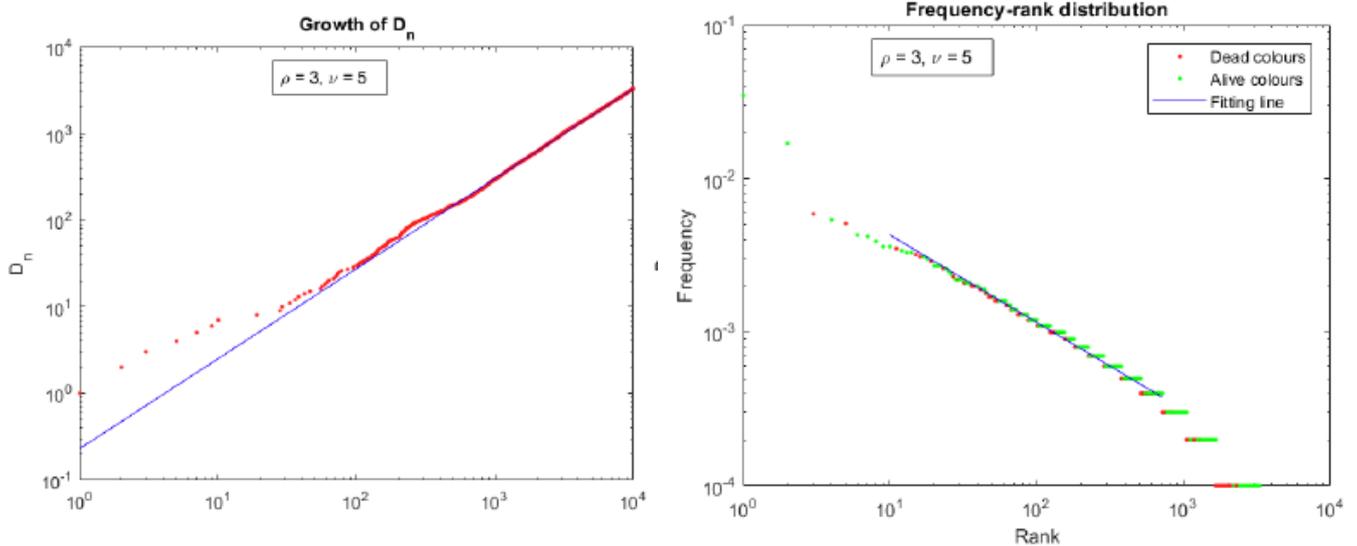


- ii. Quando $\nu > \rho$, U_n fluttua attorno ad un valore che dipende da ν e V_n è intorno ad una frazione costante di U_n che vuol dire che una parte dei colori non è ancora stata estratta e la probabilità di estrarne di nuovi è una costante positiva. L'ecosistema, grazie al continuo inserimento di nuove innovazioni, prospera.

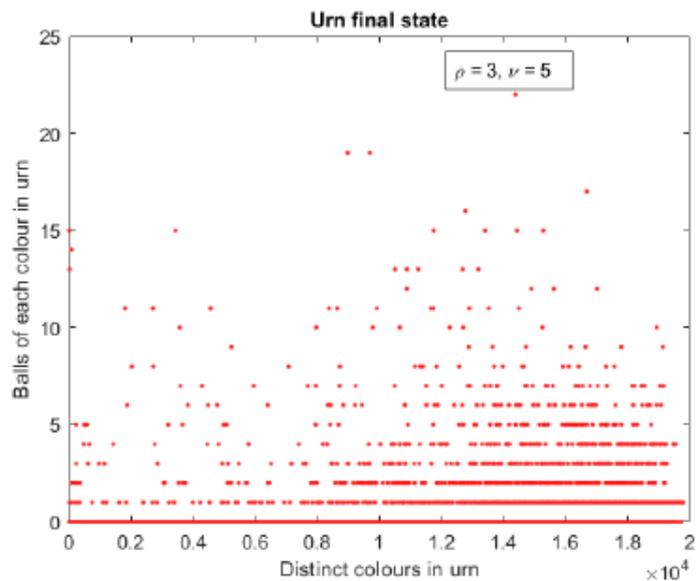


Il rapporto tra adiacenza e rinforzo in un ecosistema diventa quindi ancora più importante perché il rischio è quello di perdere la capacità di generare nuove innovazioni. Se gli sforzi di un ecosistema imprenditoriale non sono sufficienti per quanto riguarda l'esplorazione di nuove innovazioni, il meccanismo di rinforzo porta all'obsolescenza le innovazioni che erano necessarie per crearne di nuove, dato che la probabilità di estrarre una innovazione già estratta cresce nel tempo.

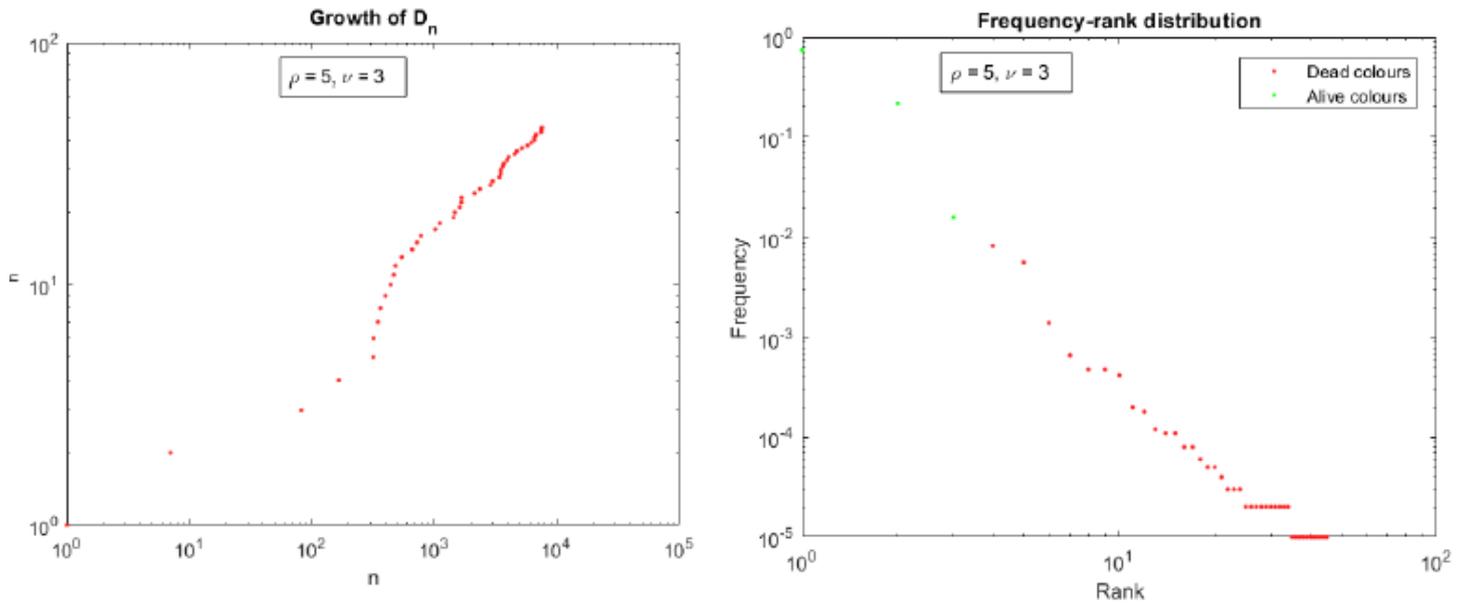
Osservando i grafici sul numero di elementi distinti e le distribuzioni frequency-rank si nota che quando $\nu > \rho$, il tasso di apparizione di elementi distinti ha lo stesso comportamento lineare osservato nel modello originale e la distribuzione frequency-rank sembra seguire una legge di potenza senza un pattern differente tra i colori ancora “vivi” e quelli “morti”:



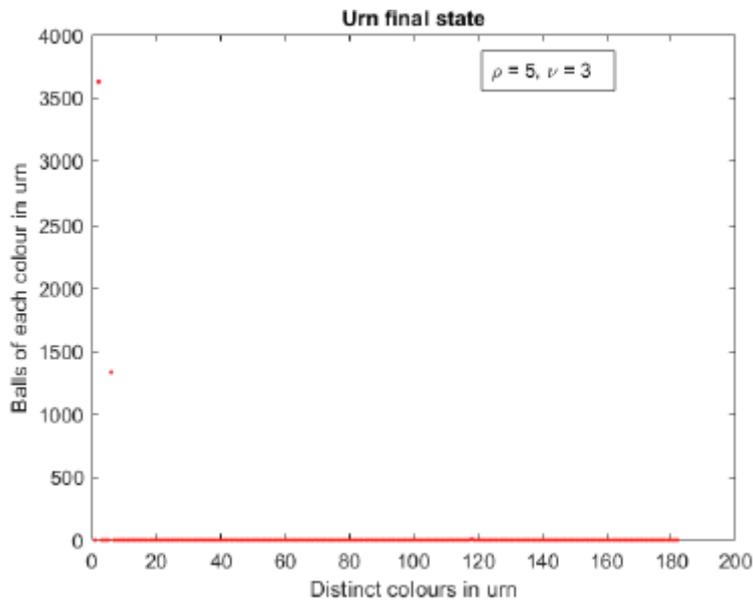
Osservando lo stato finale dell'urna, i colori più recenti sono generalmente di più di quelli apparsi all'inizio del processo:



Nel caso in cui invece $v < \rho$, dopo un certo numero di estrazioni il processo di innovazione si interrompe, lasciando “vivi” solo alcuni elementi. Il numero di elementi distinti, dopo un incremento iniziale, rimane costante sullo stesso valore, poiché i colori ancora non estratti sono stati eliminati dall’urna mentre nelle distribuzioni frequency-rank si nota come solo i colori con maggiore frequenza rimangono “vivi” mentre gli altri hanno un decadimento molto rapido:



Lo stato finale dell’urna ha solo tre colori ancora “vivi”, due dei quali sono quelli iniziali.



Inserendo quindi un meccanismo di eliminazione all'interno del modello PUT, si può osservare come la condizione sul rapporto ρ/ν sia molto più restrittiva. Un ecosistema che non investe sufficientemente in esplorazione è destinato a “morire” in poco tempo, generando quindi solo alcune innovazioni di successo che assorbiranno tutte le risorse e non permetteranno la nascita di nuove start-ups e innovazioni nell'area. Questa condizione ci mostra anche il fatto che un ecosistema necessita di un costante flusso di risorse che potrebbero venire a mancare a causa di diversi motivi quali crisi economiche, cambio di strategie politiche, etc.

5.2. Ondate di innovazione e potenzialità

Grazie ad alcune simulazioni numeriche effettuate sul modello PUT (Mastrototaro, 2018), si può osservare un problema nella frequenza di un colore in base al suo ordine di estrazione:

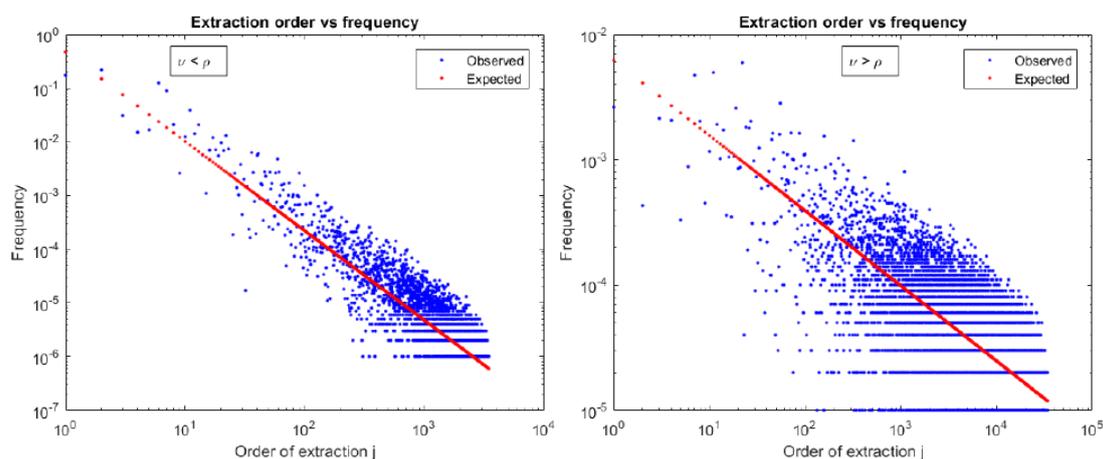


Figura 12 Ordine di estrazione e frequenza nel modello PUT [Fonte: Mastrototaro, 2018]

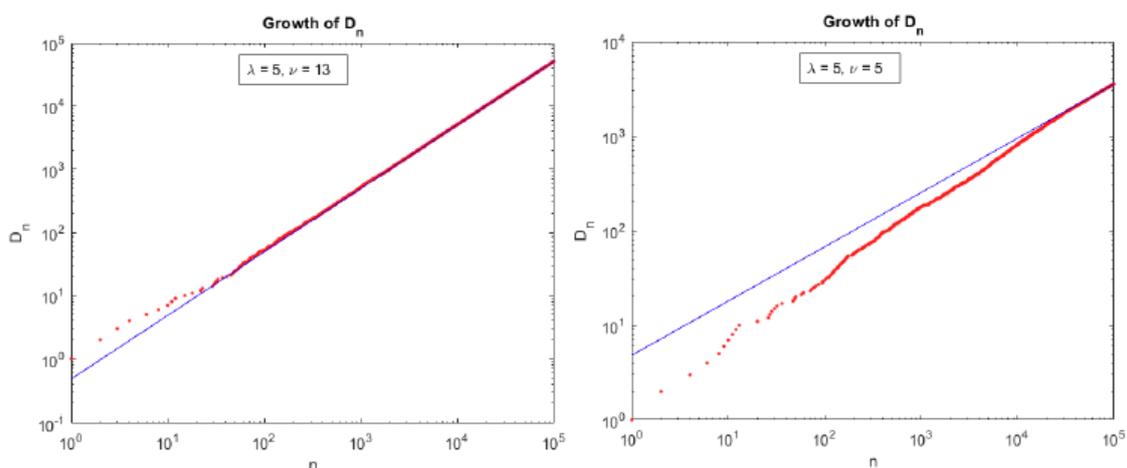
I primi colori estratti sono gli stessi che hanno la maggior frequenza. In un ecosistema imprenditoriale, questo vorrebbe dire che le prime innovazioni che vengono “estratte” nell'ecosistema sono quelle che rimangono più popolari durante tutta la storia dell'ecosistema. Non tenendo in considerazione il fatto che buona parte delle innovazioni falliscono, un meccanismo di questo tipo non permetterebbe ad un ecosistema di generare startups di successo dopo un certo numero di estrazioni a causa del dominio dei primi elementi. Inoltre, l'emergenza di ondate di innovazione non potrebbe accadere poiché la prima ondata impedisce l'emergenza delle seguenti. Ad esempio, in Silicon Valley esisterebbero solo le grandi imprese nate durante la nascita dell'ecosistema.

Occorre quindi modificare il modello inserendo un meccanismo che sia in grado di risolvere questo problema e permettere anche a innovazioni tarde di diventare “popolari”, se hanno abbastanza potenzialità.

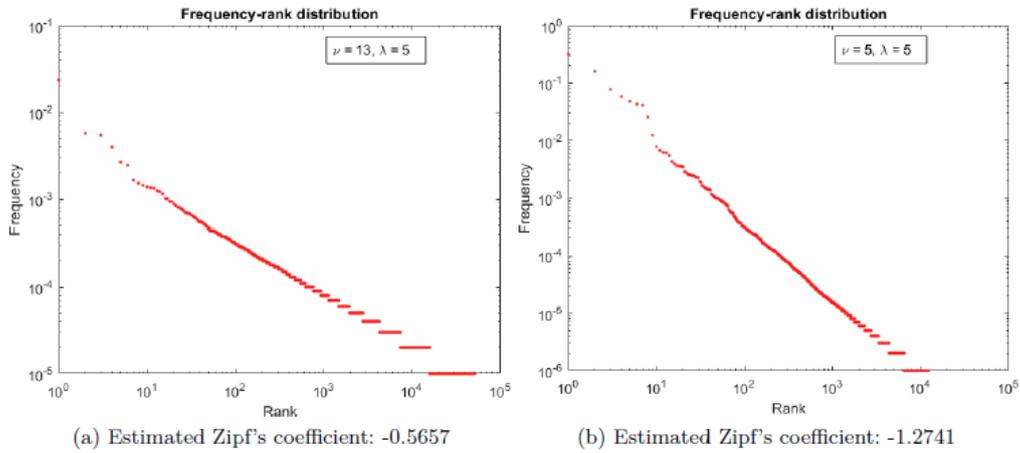
5.2.1. Rinforzi dipendenti dal colore

L'altra estensione proposta da Mastrototaro (2018) affronta esattamente questo problema. In questa estensione del modello, si assegna ad ogni colore un suo parametro di rinforzo per rappresentare la qualità intrinseca dell'innovazione in modo che segua una distribuzione generica. Il motivo di questa estensione è comprendere se il parametro di rinforzo influenza il successo di un colore. Dopo alcune analisi, è stato confermato che con questa estensione anche innovazioni che vengono estratte molto tardi nella sequenza ma con una forte potenzialità, che quindi gli porta maggior rinforzo, possono raggiungere alte posizioni in popolarità mentre il tasso di apparizione di elementi distinti e le distribuzioni di frequenza/grado rimangono simili a quelle del modello PUT.

Riguardo ai grafici sull'evoluzione di D_n , ovvero del numero di elementi distinti, si può osservare un comportamento simile a quello del modello PUT standard:

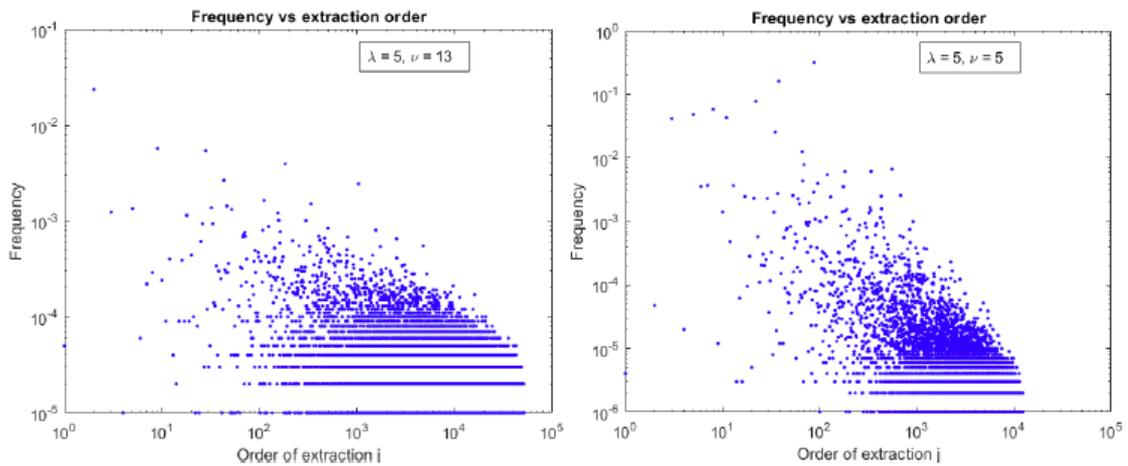


Lo stesso riguarda la distribuzione frequency-rank, che continua a essere una legge di potenza:

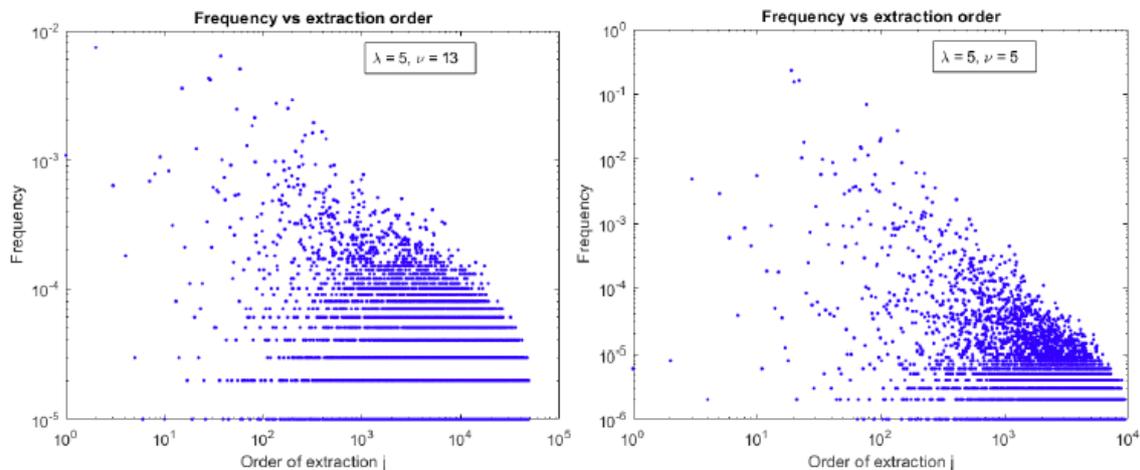


Come si può osservare dai grafici seguenti, si sono provate diversi tipi di distribuzioni per identificare se si fosse raggiunto l'obiettivo di ottenere innovazioni popolari (e quindi frequenti) estratte tardi nella sequenza disegnando il grafico della frequenza sull'ordine di estrazione di ogni colore:

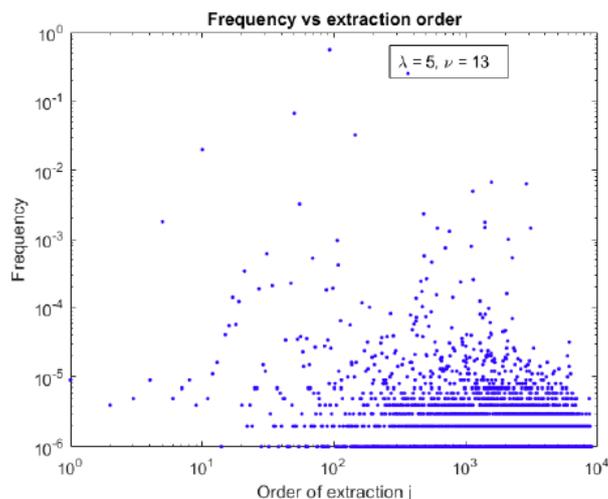
- Se il parametro di rinforzo di ogni pallina segue una distribuzione di Poisson, il comportamento è leggermente più sparso di quello del modello PUT:



- Se il parametro di rinforzo di ogni pallina segue una distribuzione discreta uniforme, il caso è simile a quello precedente:



- Se il parametro di rinforzo di ogni pallina segue invece una distribuzione log-normale arrotondata, osserviamo che anche elementi che appaiono più tardi riescono ad avere una frequenza molto alta:



Tornando al parallelo che abbiamo ipotizzato, questo nuovo meccanismo inserisce il fatto che ogni start-up e innovazione venga rinforzata in base ad un concetto di “qualità” che dipenderà sia da condizioni esterne proprie dell’ecosistema imprenditoriale come il numero di venture capitalist e il costo della vita nell’area sia da condizioni interne della start-up/innovazione come gli anni di esperienza e le competenze del team.

5.3. Vincoli di budget

Come si è già descritto nella descrizione del parallelo, ad ogni evento di estrazione è associato un costo finanziario nei confronti degli investitori che forniscono capitale alle start-ups o progetti estratti e nei confronti dei decisori politici che attivano servizi di

supporto o integrano gli investimenti in start-ups con risorse statali. Inoltre, ogni round di investimento è molto spesso molto più grande di quello precedente, quindi potrebbe accadere che l'ecosistema non possieda abbastanza risorse economiche per sostenere la propria crescita a causa di un numero troppo basso di investitori presenti nell'ecosistema o di un insufficiente apporto di risorse da parte dei decisori politici.

La presenza di questi vincoli implica che un ecosistema deve bilanciare l'ammontare di risorse da dedicare alle attività di exploration ed exploitation. Se le risorse sono insufficienti, l'ecosistema non riesce a effettuare un sufficiente numero di estrazioni da attivare il meccanismo dell'urna, di fatto impedendo la crescita necessaria a rendersi autosufficiente.

Se si prende inoltre in considerazione il fenomeno dell'obsolescenza dell'innovazione descritto in precedenza, si rende chiaro che se le estrazioni non sono compiute in un tempo abbastanza rapido o se le risorse non sono abbastanza, l'ecosistema è destinato a morire molto velocemente.

Per impedire che questo accada, è necessario che l'ecosistema possa disporre di risorse sufficienti in tempi molto rapidi, attraverso l'intervento dei decisori politici, il cui compito è fornire risorse e creare l'ambiente adatto per attrarre gli investitori nell'ecosistema in modo da far fronte alle necessità di capitale sempre crescenti. Inoltre, i decisori politici devono riuscire nello stesso tempo a indirizzare le risorse in modo da rispettare il vincolo sul rapporto $\frac{\nu}{\rho}$.

Il modello PUT non prevede vincoli sul numero di palline presenti nell'urna né un costo associato ad ogni estrazione. È necessario quindi creare un'ulteriore estensione del modello che tenga in considerazione di questo fenomeno per poter analizzare la quantità di risorse ottimali per avviare un ecosistema.

5.4. Discussione finale

Il parallelo proposto ci ha permesso di identificare una lista di indicazioni da implementare in un ipotetico ecosistema per fare in modo che in esso si attivi il meccanismo dell'urna. Abbiamo identificato che esistono dei vincoli in termini di budget, velocità di estrazione e di numeri. La creazione di un ecosistema richiede quindi un impegno molto elevato da parte dei decisori politici sia locali che centrali, a causa della complessità di gestione di questi vincoli. Non a caso, gli ecosistemi più di successo sono nati dopo che sono stati effettuati grandi investimenti pubblici sia come investimenti in ricerca, come nel caso della Silicon Valley da parte dei militari, sia come creazione di hub in cui concentrare i centri di ricerca, le università e le start-ups in modo da interagire, come nel caso del distretto MaRS a Toronto.

La necessità di un forte investimento limita quindi l'efficacia di molti tentativi di creazione che si basano su strategie che non tengono in conto delle necessità che emergono da questo studio. Il dispendio di risorse ed energie con questo tipo di approccio non basato su una strategia di ampio respiro porta solamente ad uno spreco o alla generazione di innovazioni/start-ups che sono destinate a cambiare ecosistema non appena si sviluppano o a scomparire, creando un circolo vizioso che impedirà all'ecosistema imprenditoriale di fiorire.

6. Conclusioni

In questo elaborato si è studiato un nuovo approccio con cui affrontare il concetto degli ecosistemi imprenditoriali partendo dalla letteratura sull'argomento, che risulta avere ancora molte lacune dal punto di vista dello sviluppo del concetto.

Una di queste è la mancanza di modelli che spieghino le relazioni causali tra gli input (attori e risorse) e output (start-ups e imprese) di un ecosistema imprenditoriale. Per far fronte a questa mancanza, si è studiato un modello matematico proposto di recente (Loreto et al., 2016) che è stato ideato per descrivere le dinamiche di emergenza e popolarità di una novità, esponendo le motivazioni principali della scelta di tale modello.

Successivamente, abbiamo creato un parallelo tra la realtà e il modello, associando ad ogni elemento del modello un elemento dell'ecosistema imprenditoriale. Abbiamo così ottenuto delle condizioni che un ecosistema deve rispettare per fare partire i meccanismi dell'urna e ottenerne quindi i risultati. Dal parallelo è sorto però che il modello allo stato attuale non è ancora perfetto, mancano alcuni ingredienti fondamentali, come un meccanismo di rimozione delle palline dopo un certo lasso di tempo, senza i quali il parallelo approssima eccessivamente i meccanismi che avvengono in un ecosistema imprenditoriale.

Infine, si sono proposte alcune estensioni del modello prese da una tesi proposta anch'essa di recente (Mastrototaro, 2018) che risolvono alcune delle limitazioni principali del modello e si è discusso del risultato del parallelo.

Tenendo conto di quanto discusso, è necessario evidenziare che per poter creare un ecosistema imprenditoriale che sia in grado di autosostenersi generando un buon numero di start-ups e innovazioni di successo necessita di azioni strategiche specifiche ai meccanismi che lo guidano, non bastano solamente incentivi fiscali e distribuzione di fondi in larga scala, è necessario che i decisori politici elaborino una strategia di lungo termine che prevede l'attrazione di specifici attori e risorse all'interno dell'ecosistema, dell'incentivo a farne scaturire interazioni e poi relazioni tra gli elementi che lo compongono e infine di creare le condizioni ideali alla permanenza di tali attori. Perché un ecosistema si sviluppi è necessario avere sia l'exploration che l'exploitation (rinforzo e adiacenza) nella misura adeguata, che come ci suggerisce il modello PUT deve risultare che ci sia sempre più exploration che exploitation.

Per quanto riguarda il futuro di questo lavoro, sarà necessario implementare il modello PUT con le estensioni descritte e con ulteriori estensioni che risolvano i problemi non risolti in questo elaborato e successivamente testare il modello utilizzando i dati empirici sugli ecosistemi imprenditoriali da database quali Crunchbase, in modo da verificare se il modello replica ancora con successo i risultati ottenuti dagli ecosistemi imprenditoriali.

Bibliografia

- Z. J. Acs, D. B. Audretsch, E. E. Lehmann, e G. Licht, «National systems of entrepreneurship», *Small Business Economics*, vol. 46, n. 4, pagg. 527–535, 2016.
- Z. J. Acs, E. Stam, D. B. Audretsch, e A. O'Connor, «The lineages of the entrepreneurial ecosystem approach», *Small Business Economics*, vol. 49, n. 1, pagg. 1–10, 2017.
- R. Adner e R. Kapoor, «Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations», *Strategic management journal*, vol. 31, n. 3, pagg. 306–333, 2010.
- Albert V. Bruno; Tyzoon T. Tyebjee, «The environment of entrepreneurship», in *Encyclopedia of entrepreneurship*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1982, pagg. 288–307.
- Alessandro Mastrototaro, «A mathematical model for the emergence of innovations», MA Thesis, Politecnico di Torino, 2018.
- J. Alvedalen e R. Boschma, «A critical review of entrepreneurial ecosystems research: Towards a future research agenda», *European Planning Studies*, vol. 25, n. 6, pagg. 887–903, 2017.
- A. Amin e N. Thrift, «Institutional issues for the European regions: from markets and plans to socioeconomics and powers of association», *Economy and Society*, vol. 24, n. 1, pagg. 41–66, feb. 1995.
- P. Andriani e B. McKelvey, «Perspective—From Gaussian to Paretian thinking: Causes and implications of power laws in organizations», *Organization Science*, vol. 20, n. 6, pagg. 1053–1071, 2009.
- C. Antonelli e A. Colombelli, «The locus of knowledge externalities and the cost of knowledge», *Regional Studies*, vol. 51, n. 8, pagg. 1151–1164, ago. 2017.
- D. Audretsch, C. Mason, M. P. Miles, e A. O'Connor, «The dynamics of entrepreneurial ecosystems», *Entrepreneurship & Regional Development*, vol. 30, n. 3–4, pagg. 471–474, mar. 2018.
- W. Aulet e F. E. Murray, «A Tale of Two Entrepreneurs: Understanding Differences in the Types of Entrepreneurship in the Economy», *SSRN Journal*, 2013.

- E. Autio, S. Nambisan, L. D. Thomas, e M. Wright, «Digital affordances, spatial affordances, and the genesis of entrepreneurial ecosystems», *Strategic Entrepreneurship Journal*, vol. 12, n. 1, pagg. 72–95, 2018.
- A. Baregheh, J. Rowley, e S. Sambrook, «Towards a multidisciplinary definition of innovation», *Management decision*, vol. 47, n. 8, pagg. 1323–1339, 2009.
- A. Blank e S. Solomon, «Power laws in cities population, financial markets and internet sites (scaling in systems with a variable number of components)», *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 287, n. 1–2, pagg. 279–288, 2000.
- N. Bosma e R. Sternberg, «Entrepreneurship as an urban event? Empirical evidence from European cities», *Regional studies*, vol. 48, n. 6, pagg. 1016–1033, 2014.
- R. Brown e C. Mason, «Looking inside the spiky bits: a critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems», *Small Business Economics*, vol. 49, n. 1, pagg. 11–30, 2017.
- B. Clarysse, M. Wright, J. Bruneel, e A. Mahajan, «Creating value in ecosystems: Crossing the chasm between knowledge and business ecosystems», *Research policy*, vol. 43, n. 7, pagg. 1164–1176, 2014.
- A. Colombelli, E. Paolucci, e E. Ughetto, «Hierarchical and relational governance and the life cycle of entrepreneurial ecosystems», *Small Business Economics*, vol. 52, n. 2, pagg. 505–521, 2019.
- P. Cooke, «Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy», *Industrial and corporate change*, vol. 10, n. 4, pagg. 945–974, 2001.
- A. C. Cooper, «Technical entrepreneurship: what do we know?», *R&D Management*, vol. 3, n. 2, pagg. 59–64, 1973.
- A. C. Cooper, «The role of incubator organizations in the founding of growth-oriented firms», *Journal of business Venturing*, vol. 1, n. 1, pagg. 75–86, 1985.
- B. Corominas-Murtra, R. Hanel, e S. Thurner, «Understanding scaling through history-dependent processes with collapsing sample space», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, n. 17, pagg. 5348–5353, 2015.
- G. C. Crawford, H. Aguinis, B. Lichtenstein, P. Davidsson, e B. McKelvey, «Power law distributions in entrepreneurship: Implications for theory and research», *Journal of Business Venturing*, vol. 30, n. 5, pagg. 696–713, 2015.

- G. C. Crawford, H. Aguinis, B. Lichtenstein, P. Davidsson, e B. McKelvey, «Power law distributions in entrepreneurship: Implications for theory and research», *Journal of Business Venturing*, vol. 30, n. 5, pagg. 696–713, set. 2015.
- D. Cukier, F. Kon, e T. S. Lyons, «Software startup ecosystems evolution: The New York City case study», in *Proceedings*, 2016.
- J. S. Engel, A. c. di, *Global clusters of innovation: entrepreneurial engines of economic growth around the world*. Cheltenham: Elgar, 2014.
- D. S. Evans e R. Schmalensee, *Matchmakers: the new economics of multisided platforms*. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press, 2016.
- B. Feld, *Startup communities: Building an entrepreneurial ecosystem in your city*. John Wiley & Sons, 2012.
- M. P. Feldman, «The university and economic development: the case of Johns Hopkins University and Baltimore», *Economic Development Quarterly*, vol. 8, n. 1, pagg. 67–76, 1994.
- M. P. Feldman, «The character of innovative places: entrepreneurial strategy, economic development, and prosperity», *Small Business Economics*, vol. 43, n. 1, pagg. 9–20, 2014.
- G. Foster *et al.*, «Entrepreneurial ecosystems around the globe and company growth dynamics», presentato al World Economic Forum, 2013, vol. 11.
- A. Frenkel e S. Maital, *Mapping national innovation ecosystems: Foundations for policy consensus*. Edward Elgar Publishing, 2014.
- J. F. Gauthier, M. Penzel, e M. Marmer, «Global startup ecosystem report 2017», *San Francisco: Startup Genome*, 2017.
- J. F. Gauthier, M. Penzel, e M. Marmer, «Global startup ecosystem report 2019», *San Francisco: Startup Genome*, 2019.
- R. Gibbons e R. Henderson, «Relational contracts and organizational capabilities», *Organization science*, vol. 23, n. 5, pagg. 1350–1364, 2012.
- L. A. de V. Gomes, A. L. F. Facin, M. S. Salerno, e R. K. Ikenami, «Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends», *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 136, pagg. 30–48, nov. 2018.

- J. Haltiwanger, «Job creation and firm dynamics in the United States», *Innovation policy and the economy*, vol. 12, n. 1, pagg. 17–38, 2012.
- K. Harrington, «Entrepreneurial Ecosystem Momentum and Maturity the Important Role of Entrepreneur Development Organizations and Their Activities», 2017.
- H. S. Heaps, *Information retrieval, computational and theoretical aspects*. Academic Press, 1978.
- M. Henrekson e T. Sanandaji, «Small business activity does not measure entrepreneurship», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 111, n. 5, pagg. 1760–1765, 2014.
- F. M. Hoppe, «Pólya-like urns and the Ewens' sampling formula», *Journal of Mathematical Biology*, vol. 20, n. 1, pagg. 91–94, 1984.
- V. W. Hwang e G. Horowitz, «The rainforest: The secret to building the next Silicon Valley», 2012.
- M. Iansiti e R. Levien, *The keystone advantage: what the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability*. Harvard Business Press, 2004.
- D. Isenberg, «The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economic policy: Principles for cultivating entrepreneurship», *Presentation at the Institute of International and European Affairs*, pagg. 1–13, 2011.
- Isenberg, Daniel J, «How to start an entrepreneurial revolution.», Harvard Business Review.
- N. L. Johnson e S. Kotz, «Urn models and their application; an approach to modern discrete probability theory», 1977.
- S. A. Kauffman, *Investigations*. Oxford University Press, 2000.
- E. Lafuente, Y. Vaillant, e J. Rialp, «Regional differences in the influence of role models: Comparing the entrepreneurial process of rural Catalonia», *Regional Studies*, vol. 41, n. 6, pagg. 779–796, 2007.
- P. Le Galès e H. Voelzkow, «Introduction: the governance of local economies», in *Local production systems in Europe: Rise or demise?*, Oxford University Press, 2001, pagg. 1–24.

- V. Loreto, V. D. Servedio, S. H. Strogatz, e F. Tria, «Dynamics on expanding spaces: modeling the emergence of novelties», in *Creativity and universality in language*, Springer, 2016, pagg. 59–83.
- E. Mack e H. Mayer, «The evolutionary dynamics of entrepreneurial ecosystems», *Urban Studies*, vol. 53, n. 10, pagg. 2118–2133, ago. 2016.
- H. Mahmoud, *Pólya urn models*. Chapman and Hall/CRC, 2008.
- E. J. Malecki, «Connecting local entrepreneurial ecosystems to global innovation networks: open innovation, double networks and knowledge integration», *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, vol. 14, n. 1, pagg. 36–59, 2011.
- E. J. Malecki, «Entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems», *Geography Compass*, vol. 12, n. 3, pag. e12359, mar. 2018.
- M. J. Manimala, K. P. Wasdani, e C. Kurian, «Terumo-Penpol–India», in *Global Entrepreneurship*, Routledge, 2014, pagg. 95–107.
- J. G. March, «Exploration and exploitation in organizational learning», *Organization science*, vol. 2, n. 1, pagg. 71–87, 1991.
- A. Marshall, *Principles of economics: An introductory volume*. Macmillan London, 1961.
- C. Mason e R. Brown, «Creating good public policy to support high-growth firms», *Small Business Economics*, vol. 40, n. 2, pagg. 211–225, 2013.
- C. Mason e R. Brown, «Entrepreneurial ecosystems and growth oriented entrepreneurship».
- C. M. Mason e R. T. Harrison, «After the exit: Acquisitions, entrepreneurial recycling and regional economic development», *Regional Studies*, vol. 40, n. 1, pagg. 55–73, 2006.
- E. A. Mooi e M. Ghosh, «Contract specificity and its performance implications», *Journal of Marketing*, vol. 74, n. 2, pagg. 105–120, 2010.
- Y. Motoyama e K. Knowlton, «Examining the Connections within the Startup Ecosystem: A Case Study of St. Louis», *Entrepreneurship Research Journal*, vol. 7, n. 1, gen. 2017.

Y. Motoyama, J. Konczal, J. Bell-Masterson, e A. Morelix, «Think locally, act locally: Building a robust entrepreneurial ecosystem», *Act Locally: Building a Robust Entrepreneurial Ecosystem (April 2014)*, 2014.

G. Napier e C. Hansen, «Ecosystems for young scalable firms», *FORA Group*, 2011.

H. M. Neck, G. D. Meyer, B. Cohen, e A. C. Corbett, «An Entrepreneurial System View of New Venture Creation», *J Small Business Management*, vol. 42, n. 2, pagg. 190–208, apr. 2004.

G. G. Parker e M. W. Van Alstyne, «Two-Sided Network Effects: A Theory of Information Product Design», *Management Science*, vol. 51, n. 10, pagg. 1494–1504, ott. 2005.

G. Pólya, «Sur quelques points de la théorie des probabilités», in *Annales de l'institut Henri Poincaré*, 1930, vol. 1, pagg. 117–161.

L. Poppo, K. Z. Zhou, e T. R. Zenger, «Examining the conditional limits of relational governance: specialized assets, performance ambiguity, and long-standing ties», *Journal of Management Studies*, vol. 45, n. 7, pagg. 1195–1216, 2008.

M. E. Porter, *The competitive advantage of nations: with a new introduction*. Free Pr, 1990.

M. E. Porter, *Clusters and the new economics of competition*, vol. 76. Harvard Business Review Boston, 1998.

P. Ritala e A. Almpantopoulou, «In defense of ‘eco’ in innovation ecosystem», *Technovation*, vol. 60, pagg. 39–42, 2017.

D. C. Roberts e D. L. Turcotte, «Fractality and self-organized criticality of wars», *Fractals*, vol. 6, n. 04, pagg. 351–357, 1998.

J.-C. Rochet e J. Tirole, «Platform Competition in Two-Sided Markets», *Journal of the European Economic Association*, vol. 1, n. 4, pagg. 990–1029, giu. 2003.

A. Rodríguez-Pose, «Do institutions matter for regional development?», *Regional studies*, vol. 47, n. 7, pagg. 1034–1047, 2013.

E. Romanelli e M. Feldman, «Anatomy of Cluster Development: The Case of US Human Biotherapeutics, 1976-2003», in *Conference on cluster genesis: The emergence of technology clusters and the implication for government policies*, Waxholm, Sweden, 2004, vol. 3.

- A. Saxenian, «Regional networks: industrial adaptation in Silicon Valley and route 128», 1994.
- J. A. Schumpeter, «The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle (1912/1934)», *Transaction Publishers.*–1982.–January, vol. 1, pag. 244, 1982.
- S. Shane, «Why encouraging more people to become entrepreneurs is bad public policy», *Small business economics*, vol. 33, n. 2, pagg. 141–149, 2009.
- H. A. Simon, «On a class of skew distribution functions», *Biometrika*, vol. 42, n. 3/4, pagg. 425–440, 1955.
- N. Smorodinskaya, M. Russell, D. Katukov, e K. Still, «Innovation Ecosystems vs. Innovation Systems in Terms of Collaboration and Co-creation of Value», presentato al Hawaii International Conference on System Sciences, 2017.
- O. Sorenson, «Social networks and industrial geography», in *Entrepreneurships, the New Economy and Public Policy*, Springer, 2005, pagg. 55–69.
- B. Spigel, «The relational organization of entrepreneurial ecosystems», *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 41, n. 1, pagg. 49–72, 2017.
- E. Stam, «Entrepreneurial ecosystems and regional policy: a sympathetic critique», *European Planning Studies*, vol. 23, n. 9, pagg. 1759–1769, 2015.
- E. Stam *et al.*, «Ambitious entrepreneurship», 2012.
- E. Stam e B. Spigel, «Entrepreneurial ecosystems and regional policy», *Sage handbook for entrepreneurship and small business. London: SAGE*, 2016.
- D. Stangler, «The economic future just happened», *Available at SSRN 1580136*, 2009.
- R. Sternberg, «Regional dimensions of entrepreneurship», *Foundations and Trends® in Entrepreneurship*, vol. 5, n. 4, pagg. 211–340, 2009.
- S. Terjesen e P. C. Patel, «In search of process innovations: The role of search depth, search breadth, and the industry environment», *Journal of Management*, vol. 43, n. 5, pagg. 1421–1446, 2017.
- P. Tracey, J. B. Heide, e S. J. Bell, «Bringing “place” back in: Regional clusters, project governance, and new product outcomes», *Journal of Marketing*, vol. 78, n. 6, pagg. 1–16, 2014.

- F. Tria, V. Loreto, V. D. P. Servedio, e S. H. Strogatz, «The dynamics of correlated novelties», *Scientific reports*, vol. 4, pag. 5890, 2014.
- K. Valkokari, «Business, Innovation, and Knowledge Ecosystems: How They Differ and How to Survive and Thrive within Them», *Technology Innovation Management Review*, vol. 5, n. 8, pagg. 17–24, 2015.
- K. Valkokari e P. Valkokari, «How SMEs Can Manage Their Networks—Lessons Learnt from Communication in Animal Swarm», *Journal of Inspiration Economy*, vol. 1, n. 1, pagg. 111–128, 2014.
- H. Van De Ven, «The development of an infrastructure for entrepreneurship», *Journal of Business Venturing*, vol. 8, n. 3, pagg. 211–230, mag. 1993.
- T. Wallner e M. Menrad, «Extending the innovation ecosystem framework», in *XXII ISPIM Conference*, 2011, pag. 9.
- K. Warwick, «Beyond industrial policy», 2013.
- P. J. Williamson e A. De Meyer, «Ecosystem advantage: How to successfully harness the power of partners», *California management review*, vol. 55, n. 1, pagg. 24–46, 2012.
- S. L. Zabell, «Predicting the unpredictable», *Synthese*, vol. 90, n. 2, pagg. 205–232, 1992.
- S. A. Zahra e S. Nambisan, «Entrepreneurship in global innovation ecosystems», *AMS Rev*, vol. 1, n. 1, pagg. 4–17, mar. 2011.
- G. K. Zipf, «Human behavior and the principle of least effort.», 1949.

Ringraziamenti

Ringrazio prima di tutto il Prof. Emilio Paolucci per la sua disponibilità nel seguire questo lavoro di tesi, il tempo dedicatomi e per aver fornito utili direzioni, consigli e spunti che sono stati fondamentali alla stesura del testo.

Il ringraziamento più grande va a Beatrice, che mi ha spronato, sorretto e aiutato durante tutto il mio percorso. Mi è stata sempre vicina nel momento del bisogno, mi ha impedito innumerevoli volte di farmi prendere dal panico per lo studio e ha reso questi anni di università i più belli della mia vita.

Essendo alla fine del mio percorso universitario, non posso che ringraziare mio nonno Piero e mia nonna Carla, i miei genitori Fulvia e Mauro e tutti i parenti che mi sono stati vicini durante la mia carriera universitaria. Il loro continuo supporto e vicinanza mi sono stati fondamentali.

Un altro enorme ringraziamento va a Simone ed Eleonora, che in tutti questi anni mi sono stati sempre accanto sia nella buona che nella cattiva sorte e con cui ho condiviso tantissime bellissime esperienze

Infine, ci tengo a ringraziare tutti i miei amici, dai più lontani ai più vicini, perché senza ognuno di loro non sarei quello che sono ora grazie ai loro incoraggiamenti, alla loro fiducia in me e ai loro consigli.