

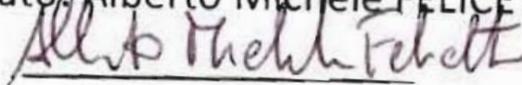
Dottorato di Ricerca in Ricerca Operativa - XXV ciclo

Settore Scientifico Disciplinare MAT/09

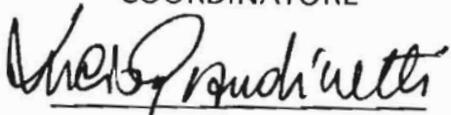
TESI DI DOTTORATO

LA GESTIONE DELLA CONOSCENZA E DELLA
META-CONOSCENZA NELLE COMUNITÀ
DI RICERCA SCIENTIFICA

Candidato: Alberto Michele FELICETTI

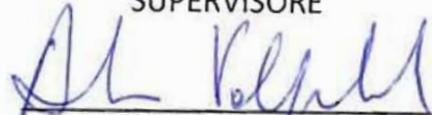


COORDINATORE



Prof. LUCIO GRANDINETTI

SUPERVISORE



Prof. ANTONIO P. VOLPENTESTA

INDICE

INTRODUZIONE.....	4
1. CAPITOLO 1:	
LA GESTIONE DELLA CONOSCENZA E DELLE COMPETENZE	7
1.1. Introduzione alla Gestione della Conoscenza	7
1.2. La Gestione delle Competenze organizzative.....	20
1.3. Competence Management e Knowledge Management	26
1.4. I Concetti di Competence e Competency	33
1.5. Approcci all'individuazione e misurazione delle competenze.....	36
2. CAPITOLO 2:	
GESTIONE DELLA CONOSCENZA NELLE COMUNITÀ SCIENTIFICHE..	52
2.1. Le comunità scientifiche	52
2.2. I processi di creazione della “conoscenza” scientifica.....	57
2.2.1.La ricerca scientifica	57
2.2.2.Il contributo alla teoria	63
2.2.3.La qualità della progettazione della ricerca.....	70
2.2.4.La validità e l'affidabilità della ricerca.....	72
2.2.5.Le fasi della ricerca scientifica	73
2.3. Processi collaborativi di condivisione della conoscenza nelle comunità scientifiche	74
2.4. Approcci alla gestione delle competenze nelle comunità scientifiche.....	78
3. CAPITOLO 3:	
SOCIAL NETWORK ANALYSIS.....	91
3.1. Introduzione all'analisi delle reti sociali	91
3.2. Aspetti metodologici della Social Network Analysis	95

3.2.1.Grafi	97
3.2.2.Ipergrafi	101
3.3. Aspetti computazionali della Social Network Analysis	105
3.3.1.Proprietà delle misure di centralità nei social network.....	109
3.3.2.Analisi delle misure di centralità.....	113
4. CAPITOLO 4:	
UN MODELING FRAMEWORK PER LA MAPPATURA DELLE	
COMPETENZE NELLE COMUNITÀ SCIENTIFICHE	126
4.1. Definizione di un “research competence model”	126
4.1.1.Approcci alla ricerca	129
4.1.2.Fasi di un lavoro di ricerca.....	130
4.1.3.Matrice delle Research competences	134
4.2. Modello per una competency map di una comunità scientifica	136
4.3. Il processo di mapping.....	141
4.4. Applicazione del modello ad una comunità scientifica: il caso Pro-VE144	
CONCLUSIONI.....	151
BIBLIOGRAFIA	153
APPENDICE A	162
APPENDICE B	168
APPENDICE C	171

INTRODUZIONE

L'attuale contesto economico presenta un profilo sempre più competitivo e complesso che richiede alle aziende dinamismo e agilità per far fronte alle nuove esigenze del mercato. Le aziende vivono una trasformazione che può essere definita come il passaggio da un'economia industriale ad un'economia dell'informazione e i principali cambiamenti sono riconducibili alla centralità del "sapere al lavoro" e all'importanza crescente delle risorse intangibili. La risorsa economica di base non è più il capitale o il lavoro o le risorse naturali, ma la conoscenza. L'information technology e il knowledge management rappresentano componenti essenziali per le organizzazioni di successo. Queste possono fornire un vantaggio strategico e un nuovo approccio all'organizzazione, condivisione e utilizzo dell'informazione per valorizzare la conoscenza professionale. Il capitale umano è diventato sempre più una risorsa fondamentale per qualsiasi tipologia di organizzazione ed il raggiungimento degli obiettivi organizzativi sono sempre più condizionati dalle competenze e dalle conoscenze possedute dai singoli membri di ciascuna organizzazione.

Tra le varie attività legate alla gestione delle risorse umane, la gestione delle competenze assume quindi un'importanza strategica: l'identificazione delle persone che possiedono alcune competenze per essere in grado di svolgere un compito specifico è un'attività che consente alle aziende di raggiungere l'eccellenza nelle loro performance. L'importanza di un approccio sistematico al knowledge management risulta essere rilevante non solo per le organizzazioni "business oriented" ma per tutte quelle organizzazioni basate sull'utilizzo intensivo della conoscenza. In tal senso, l'ambito della ricerca scientifica, rappresenta un interessante settore di applicazione delle metodologie afferenti alla sfera della gestione della conoscenza.

Quello della gestione delle competenze e della gestione della conoscenza (Competence Management e Knowledge Management) rappresentano concetti estremamente ampi, radicati in varie discipline e aree di pratica con diversi

obiettivi. Lo studio del Knowledge Management, è stato affrontato soprattutto secondo le seguenti prospettive:

1. La prospettiva filosofica e psicologica (ad esempio, l'epistemologia della conoscenza, lo studio dei tipi di conoscenza e le loro interazioni, i processi cognitivi), che affronta questioni chiave come: cosa si intende per conoscenza, come viene generata, quali sono i processi ed i meccanismi di elaborazione.
2. Il punto di vista organizzativo e sociologico (ad esempio, le strutture organizzative, le reti e le comunità, l'apprendimento organizzativo, l'importanza dei fattori sociali o ambientali), che si occupa di studiare come creare e gestire la conoscenza in un contesto caratterizzato da una pluralità di attori.
3. Il punto di vista economico e commerciale (ad esempio, ottenere un vantaggio competitivo attraverso la creazione di conoscenza e l'innovazione, la misurazione di conoscenze e competenze, il concetto di balanced score card), ovvero come estrarre valore dalla conoscenza.
4. La prospettiva tecnologica (strumenti efficienti ed efficaci per la gestione della conoscenza).

Le organizzazioni di "matrice" moderna, orientate al miglioramento continuo delle competenze individuali, richiedono come primo step la "mappatura" delle competenze organizzative. Una "mappa" delle competenze è definita come una rappresentazione delle competenze chiave di ciascun membro di un'organizzazione e costituisce un valido strumento al fine identificare i membri che all'interno di un'organizzazione possiedono determinate competenze che lo abilitano a svolgere determinati compiti. Una mappa delle competenze facilita e rende più efficiente la condivisione delle conoscenze all'interno di un'organizzazione, costituendo quindi un approccio strutturato alla diffusione della conoscenza tra i membri dell'organizzazione stessa. Come specificato precedentemente, un approccio integrato alla mappatura delle competenze è di rilevante importanza non solo per le organizzazioni "business oriented" ma per

tutte le organizzazioni basate su un utilizzo intensivo della conoscenza. In particolare, uno degli ambiti applicativi di interesse rilevante è quello accademico.

Un problema ricorrente all'interno delle comunità scientifiche basate sulla produzione collaborativa di nuova conoscenza è quello di rilevare quali competenze scientifiche sono possedute dai propri membri, al fine di attivare approcci di ricerca multidisciplinare. Di solito, i membri di una comunità scientifica provengono da settori disciplinari differenti, ed hanno un diverso background culturale. Inoltre, capita molto spesso che i ricercatori spesso non sono a conoscenza di altri colleghi che stanno lavorando su progetti di ricerca simili e pertanto i processi collaborativi si concretizzano all'interno di un ristretto gruppo di persone, solitamente tra ricercatori che lavorano all'interno dello stesso gruppo di ricerca ed all'interno di uno specifico dominio di riferimento. I processi di condivisione di conoscenza ed esperienze tra ricercatori sono spesso ridotti agli incontri ed alle presentazioni nel corso delle conferenze scientifiche. La disponibilità di una mappa delle competenze all'interno di una comunità scientifica potrebbe quindi suggerire nuove collaborazioni e stimolare il confronto tra i ricercatori, senza la necessità della presenza fisica e di avere delle comunicazioni sincrone.

Gli approcci tradizionali alla costruzione delle mappe delle competenze sono basati su questionari e strumenti di assessment che consentono all'organizzazione di definire il profilo professionale dei propri dipendenti. Tuttavia, negli ultimi anni, stanno emergendo degli approcci innovativi basati sull'analisi semantica dei documenti, basati quindi sull'estrazioni delle relazioni tra attori, valori, fatti a partire da testi. Attraverso l'analisi della letteratura scientifica è possibile rilevare differenti tentativi di progettazione di tool adattivi per il data mining ed il text mining, particolarmente utili nell'ambito del competence management. Per quanto riguarda il caso specifico degli ambienti di ricerca, alcuni autori hanno discusso di tecniche di text mining per mappare il contenuto dei documenti scientifici (paper) al fine di classificarli in aree

tematiche. Tuttavia nessuno di questi ha affrontato il problema di definire il concetto di “competenza di ricerca” all’interno delle comunità scientifiche e soprattutto un approccio sistematico alla rilevazione attraverso l’analisi semantica della produzione scientifica dei membri della comunità.

Accanto alla necessità di mappare le differenti competenze nell’ambito della ricerca scientifica, nell’ottica della gestione e dello sviluppo della comunità di ricerca potrebbe essere utile avere un’idea di quali competenze siano ritenute “importanti” all’interno della stessa e capire quali sono i ricercatori che possiedono questa conoscenza. Questo ha portato diversi studiosi ad indagare il concetto di “importanza” all’interno di un network collaborativo, ed in particolare all’interno di una comunità di ricerca. Quello della centralità è infatti un concetto ampiamente dibattuto nella letteratura scientifica e generalmente si riferisce all’importanza di un nodo in una rete. In letteratura esistono diverse misure di centralità, ciascuna delle quali cattura determinati aspetti della struttura topologica della rete. Diversi studiosi hanno affrontato l’utilizzo di misure di centralità in reti formate da ricercatori appartenenti a comunità scientifiche, (Dietz 2006; Barabasi et al. 2002; Newman 2001). Questi studi sono principalmente basati sulla struttura logica dei grafi, costruiti sulla base della relazione logica tra autore e topic e più in generale sull’analisi dei contenuti dei papers. Tuttavia, in molti casi, i modelli basati sui grafi non forniscono una corretta rappresentazione di relazioni complesse. A tal proposito l’utilizzo di strutture logiche più generali come gli ipergrafi sembrano costituire una soluzione più appropriata per queste situazioni. In letteratura sono presenti pochi tentativi di utilizzo degli ipergrafi nella modellazione dei social networks, ed in particolare delle scientific community network. In ogni caso l’utilizzo di una struttura logica basata su un multi-ipergrafo pesato sembra la struttura più appropriata per rappresentare le relazioni tra ricercatori e competenze di ricerca. L’obiettivo di questo lavoro di tesi è quindi quello di cercare di colmare questi gaps nei confronti della letteratura scientifica, proponendo un modello per rappresentare il concetto di competenza scientifica che correla i concetti di

approccio alla ricerca, fase della ricerca e campo di indagine (topic di ricerca) attraverso la struttura logica di un ipergrafo diretto. Inoltre, assumendo che le competenze di un ricercatore possono essere rilevate attraverso l'analisi della sua produzione scientifica, verrà proposto un modello basato su un multi-ipergrafo pesato per rappresentare le relazioni tra ricercatori e competenze. Infine, allo scopo di misurare l'importanza dei ricercatori e delle competenze di ricerca in una specifica comunità scientifica, verrà esteso il concetto di "eigenvector centrality" ai multi-ipergrafi pesati.

Nello specifico, nel capitolo 1 verranno affrontati i concetti di conoscenza e competenza attraverso l'analisi della letteratura scientifica. Il secondo capitolo è verticalizzato sulle comunità di ricerca scientifica, al fine di evidenziarne le caratteristiche strutturali, i processi, le metodologie utilizzate e gli approcci alla gestione delle competenze. Nel terzo capitolo verrà effettuata una literature review sui principali approcci alla "social network analysis" al fine di evidenziare quale approccio alla misura della centralità risulta essere più adatto a modellare il concetto di importanza di un ricercatore e di una research competence all'interno di una comunità scientifica. Nel capitolo 4 verranno presentati i concetti di competenza scientifica nonché un modello di rappresentazione delle competenze nell'ambito della ricerca. Inoltre viene proposto un modello basato sulla struttura logica degli ipergrafi per mappare le competenze delle comunità di ricerca. In dettaglio, viene presentato un approccio modellistico e metodologico per la creazione della mappa delle competenze, assumendo che esse possano essere rilevate attraverso l'analisi della produzione scientifica dei membri della comunità. La metodologia proposta è stata implementata sulla comunità di ricerca scientifica Pro-VE, comunità che ha l'obiettivo di promuovere la ricerca nell'ambito di studio delle Collaborative Networks.

CAPITOLO 1:

LA GESTIONE DELLA CONOSCENZA E DELLE COMPETENZE

1.1 Introduzione alla Gestione della Conoscenza

Negli ultimi decenni, le organizzazioni hanno dovuto affrontare grandi cambiamenti indotti da tendenze emergenti quali globalizzazione, innovazione tecnologica. Ciò ha condotto a nuove filosofie organizzative più flessibili, piatte, orientate al cliente e focalizzate su performance a breve termine. In un contesto caratterizzato da cambiamenti così frequenti, le aziende non sono più in grado di far fronte tempestivamente a queste sfide, senza un approccio continuo allo sviluppo delle risorse umane. Il capitale umano è diventato sempre più una risorsa fondamentale per qualsiasi tipologia di organizzazione ed il raggiungimento degli obiettivi organizzativi sono sempre più condizionati dalle competenze e dalle conoscenze possedute dai singoli membri di ciascuna organizzazione.

Le aziende vivono una trasformazione che può essere definita come il passaggio da un'economia industriale ad un'economia dell'informazione e i principali cambiamenti sono riconducibili alla centralità del "sapere al lavoro" e all'importanza crescente delle risorse intangibili. La risorsa economica di base non è più il capitale o il lavoro o le risorse naturali, ma la conoscenza.

La conoscenza applicata diviene la principale fonte di valore nelle imprese e nell'economia. L'information technology e il knowledge management rappresentano componenti essenziali per le organizzazioni di successo. Queste possono fornire un vantaggio strategico e un nuovo approccio all'organizzazione, condivisione e utilizzo dell'informazione per valorizzare la conoscenza professionale.

Il knowledge management è un nuovo modo di pensare all'organizzazione e alla condivisione delle risorse intellettuali e creative di un'organizzazione. Si riferisce allo sforzo sistematico di trovare, organizzare e rendere disponibile il capitale intellettuale di un'azienda, e alimentare una cultura di apprendimento continuo e condivisione della conoscenza in modo che le sue attività si possano costruire sulla base delle conoscenze già acquisite. Il capitale intellettuale dell'azienda è la somma delle sue informazioni, esperienza, conoscenza concreta, relazioni, processi, innovazioni e scoperte: è una risorsa fondamentale delle aziende che si muovono verso la learning organization, nella quale gioca un ruolo importante l'information technology, che consente l'immagazzinamento e la diffusione di dati e informazioni all'interno dell'organizzazione. Un sistema di knowledge management include, però, non solo processi per acquisire e archiviare conoscenze e organizzarle per un facile accesso, ma anche modi per generare nuova conoscenza attraverso l'apprendimento e per condividere la conoscenza all'interno di tutta l'organizzazione. Le attività di creazione e gestione della conoscenza sono fondamentali per la gestione e il mantenimento delle "competenze". Secondo questa nuova ottica i processi di un'azienda saranno il risultato di queste competenze, ovvero delle capacità di gestire risorse. Alcuni di questi processi saranno comuni alle aziende migliori (best practices), altri saranno distintivi. La gestione della conoscenza è dunque associata al processo di trasformazione di "conoscenza in valore" come illustrato in figura 1.

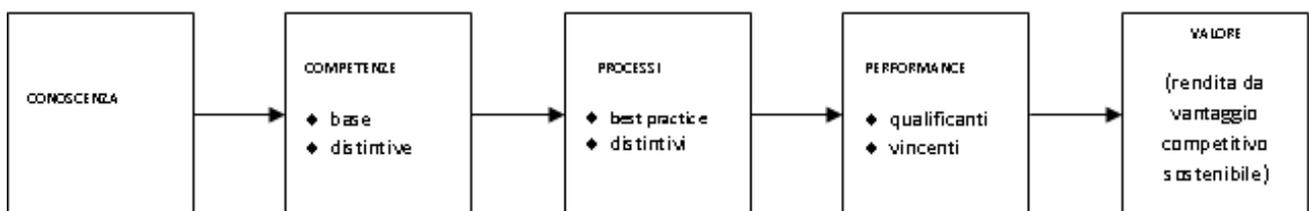


Fig. 1 Dalla conoscenza al valore

Una cosa assolutamente naturale e probabilmente praticata inconsapevolmente fin dalle origini della società, da una collettività di uomini, è la gestione della

conoscenza posseduta per il conseguimento di un preciso obiettivo. All'interno di un'organizzazione l'uso consapevole della conoscenza e delle attività ad esso correlate viene riassunta, oggi, con l'espressione "knowledge management". Il suo obiettivo è studiare l'impiego dei modi più efficienti per usare la conoscenza a disposizione di un'organizzazione per generare il maggior valore possibile, impiegando le risorse intangibili quali fattori più rilevanti di vantaggio competitivo.

Se nel breve periodo la competitività deriva dalla relazione tra performance e prezzo, a lungo termine, in un mercato globale, essa è inevitabilmente minacciata dai competitors che acquisiscono risorse, idee, talenti riuscendo eventualmente a produrre a costi inferiori.

In tempi non molto lontani l'innovazione è stata considerato come il principale fattore di competitività. A lungo si pensò che fosse legata esclusivamente alle ricerche scientifiche, ma gli anni '80 introdussero un nuovo concetto di innovazione intesa come ricerca pragmatica di opportunità, basata sull'osservazione del proprio mercato e l'interazione con i propri clienti. Al fine di rispondere ai loro bisogni è necessario creare prodotti di cui i consumatori potrebbero avere bisogno, ma di cui non hanno ancora alcuna idea. Si tratta di inventare necessità ancora inesprese per creare valore. Dal momento che i consumatori non sono in grado di fornire indicazioni, sono proprie le conoscenze, racchiuse nell'organizzazione a dare gli spunti per poter creare innovazione e a differenziare l'offerta delle imprese sul mercato.

L'obiettivo della gestione della conoscenza diventa quindi, quello di rendere obsoleti i propri prodotti e servizi prima della concorrenza e di arrivare sul mercato con prodotti/servizi nuovi e aggiornati, accorciando il time to market.

In base al suo grado di accessibilità la conoscenza può dirsi esplicita o tacita. La prima comprende il patrimonio di conoscenze che l'azienda sa di possedere, la seconda ciò che essa ignora di avere.

La conoscenza detta esplicita o tangibile se riguarda informazioni strutturate come dati, brevetti, documenti, strategie, regole, procedure ovvero qualcosa di

codificato, disponibile e, quindi tangibile, nonché facilmente trasmissibile e conservabile in quanto se ne conoscono i sottesi processi di raccolta dei dati e di connessione delle informazioni.

Si definisce, invece, tacita o intangibile se riguarda informazioni non espresse in forma documentale come le competenze, i valori, le intuizioni, le capacità, la reputazione, l'esperienza della singola persona che lavora in azienda, in altre parole qualcosa che esiste ma che non è codificato anche se potenzialmente disponibile. Essa risulta, quindi, intangibile, difficilmente trasmissibile, ma accessibile solo attraverso deduzioni e osservazioni dei comportamenti.

Per conoscenza esplicita si intende, dunque, quella formale, sistematica, scientifica, chiara e, quindi, facilmente duplicabile mentre, per conoscenza tacita quella intuitiva, ambigua, interpretativa, non lineare, appartenente alle menti lavorative e difficile da rappresentare in un'equazione scientifica. E' possibile allora comprendere perché le imprese, che oggi si ritrovano a dover competere in un mercato sempre più vorticoso, frenetico e "affamato" di informazioni, si orientano sempre più verso una gestione delle risorse umane che sappia valorizzare al meglio il know-how di ciascun lavoratore. Lo scopo è quello di poter sfruttare il grande potenziale nascosto posseduto da ciascuna impresa (il capitale intellettuale proprietà di ciascun individuo o conoscenza tacita) ma che non è in grado di sfruttare per ottenere vantaggio competitivo.

Lo sforzo che ciascuna impresa deve sostenere, al fine di poter applicare una gestione della conoscenza efficace, è quello di sensibilizzare ciascun membro dell'organizzazione a diffondere/condividere il proprio sapere, in modo da poter esplicitare quanto è racchiuso nelle sue tacite pratiche giornaliere.

Una delle pietre miliari della letteratura manageriale sul KM, collocata da Nonaka, pone la questione fondamentale del dualismo epistemologico relativo alla natura della conoscenza. Secondo Nonaka, infatti, da un lato esiste un approccio oggettivista, ritenuto di matrice tutta occidentale, che vede il sapere come materia generale e astratta e pertanto indipendente dal soggetto e dall'altro lato vi è un approccio soggettivista, di matrice orientale, che vede il

sapere come materia specifica e concreta, intimamente legata all'esperienza conoscitiva del soggetto. Secondo il primo approccio, sapere significa descrivere un qualche oggetto di conoscenza per come è in sé, indipendentemente dal soggetto, dalle sue credenze, dalle sue cognizioni culturali e sociali. Per il secondo approccio, sapere è descrivere la relazione che si instaura tra un certo soggetto che conosce e l'oggetto di tale conoscenza.

La natura soggettiva del sapere indicata da Nonaka, porta a vedere le aziende come entità di persone che producono continuamente sapere soggettivo identificato con il sapere tacito o implicito che, se opportunamente esplicitato e, quindi, reso nuovamente oggettivo, può produrre miglioramento continuo e innovazione. A chiarimento di questo concetto Nonaka porta l'esempio del panettiere che sa fare il pane migliore della città, secondo un sapere soggettivo, personale, non codificato. Attraverso un processo di affiancamento, tale sapere può essere reso indipendente dal soggetto e reso applicabile a diversi contesti attraverso una sua codificazione all'interno di una macchina. In tal modo un sapere soggettivo viene reso oggettivo e quindi anche replicabile. La replicabilità dei processi produttivi sta alla base delle economie di scala, così come la replicabilità del sapere è alla base delle economie di scala cognitive. Se quindi il sapere non fosse oggettivabile/replicabile non varrebbe neanche la pena di parlare di KM. Attraverso l'esperienza soggettiva si produce un sapere, ma questo sapere può essere reso oggettivo senza nulla togliere al sapere stesso. Nell'esempio del panettiere, il sapere incorporato nella macchina che fa il pane non toglie nulla al sapere del panettiere, anzi vi aggiunge la replicabilità cosicché ognuno può fare il pane più buono della città.

L'apparente semplicità del modello viene a scontrarsi, soprattutto nelle organizzazioni di maggiori dimensioni, con la debole definizione di come l'esplicitazione debba avvenire. Essa consiste nell'affiancare un manager ad un operativo in modo che il primo, attraverso un meccanismo di socializzazione, faccia suo il sapere tacito ed aiuti il secondo a spiegare i nessi causali sottostanti il suo sapere tacito (know how) che diviene così esplicito (know why). Una volta

reso oggettivo, il sapere può essere diffuso e replicato, divenendo valore attraverso la sua trasformazione in un processo produttivo. Nonaka e Takeuchi, osservando il successo delle organizzazioni produttive giapponesi, derivante dalla loro capacità ed esperienza nella “creazione continua di conoscenza organizzativa”, partendo da questi spunti hanno elaborato una teoria generale della creazione di conoscenza organizzativa, molto utilizzata anche da altri studiosi: la “spirale della conoscenza”.

In questo modello, il processo di creazione di conoscenza è descritto come processo sociale di conversione della conoscenza, la quale passa da tacita ad esplicita e viceversa, con andamento a spirale. Le modalità di conversione generate dall’interazione tra conoscenza tacita e conoscenza esplicita sono quattro: socializzazione, esteriorizzazione, combinazione e interiorizzazione.



Fig. 2: La “spirale della conoscenza” (Nonaka, Takeuchi).

■ Socializzazione

Nella maggior parte dei casi la conoscenza nelle organizzazioni sorge in forma tacita, connessa a peculiari processi di apprendimento individuali, spesso originati da esperienze empiriche. Tuttavia, la traduzione operativa di queste conoscenze richiede una condivisione con il resto dell’organizzazione, il più rapida possibile affinché possa fungere da fonte di vantaggio competitivo.

La diffusione delle conoscenze al resto dell'organizzazione risulta a sua volta facilitata dalla loro esplicitazione. L'azienda deve perciò fare in modo che le conoscenze tacite siano trasmesse a soggetti dotati delle competenze (tecniche e comunicative) necessarie per consentire la loro esplicitazione. Quindi, in un primo momento può attuare una "strategia del sapere condiviso", detta anche *socializzazione* o passaggio "*implicito/implicito*". Con tale logica, in modo informale, tramite l'osservazione diretta, la condivisione di esperienze tra più operatori e lo sfruttamento di alcuni meccanismi operativi di gestione del personale (rotazione delle mansioni, on-the-job training, ecc.), le conoscenze si diffondono dagli operatori che le hanno sviluppate ad altri in grado di "manipolarle", mantenendo il carattere tacito.

La socializzazione tende a verificarsi frequentemente nei casi in cui l'attività di sviluppo di nuovi prodotti viene svolta in collaborazione con altre imprese o con costituzione di *joint venture*. In tali casi il contatto frequente e il lavoro comune con operatori di altre imprese consente spesso l'assimilazione di specifiche abilità. La trasmissione di conoscenze tacite può riguardare la comprensione di specifiche problematiche operative da soddisfare con la successiva attività di progettazione. I processi di socializzazione, tuttavia, non riguardano solo il passaggio di conoscenze "tecniche", ma anche la trasmissione di valori culturali, la condivisione di stati d'animo, necessaria per garantire coesione al gruppo di progetto. Solo un'assidua frequentazione tra i partecipanti al team interfunzionale può garantire ciò. Alcuni studiosi parlano anche di diffusione, ossia di "osmosi" delle reciproche conoscenze a seguito delle normali interazioni interpersonali che si instaurano operando congiuntamente nella gestione d'azienda. La convenienza verso la diffusione interna delle conoscenze possedute dai singoli è evidente per diversi motivi: anzitutto, se le conoscenze restano confinate nella mente dei singoli operatori sono soggette alle stesse vicende personali del possessore originario, perciò sono sottoposte, principalmente, al rischio di perdita in funzione dell'uscita del soggetto detentore dall'azienda, al rischio di mancata attivazione qualora il possessore non condivida gli

orientamenti gestionali dell'azione da intraprendere, e così via. In secondo luogo, le attività aziendali richiedono il concorso frequente di più soggetti in possesso delle stesse conoscenze o quantomeno di una base conoscitiva comune che consenta di comprendere le altrui esperienze, fenomeno, questo, molto evidente nella logica del lavoro in team. La disponibilità di una base conoscitiva comune è, invece, difficile da ottenersi qualora l'apprendimento resti confinato nella sfera individuale. Infine, anche nei casi in cui il possesso di un comune patrimonio conoscitivo non sia strettamente indispensabile, mettere a disposizione degli altri operatori le proprie conoscenze, ne favorisce la capacità combinatoria, accrescendo il grado di integrazione delle operazioni compiute dai diversi soggetti (per esempio, se il progettista è al corrente dei problemi incontrati nel momento di gestione operativa della produzione, egli probabilmente cercherà di progettare dei particolari che agevolino tale processo).

Esteriorizzazione

In un secondo momento, i soggetti possessori di conoscenze tacite sono chiamati ad esplicitarle trasponendole in un codice formale, idoneo a consentire elaborazioni successive: è quello che si definisce *esteriorizzazione*, o passaggio *"implicito/esplicito"*. Le discussioni di gruppo (circoli di qualità, team sviluppo progetti) ritenute emblematiche del modello gestionale delle aziende di successo giapponesi ne sono esempi.

La fase di esteriorizzazione riguarda in primo luogo la comunicazione, da parte del *project leader*, della sua idea di prodotto. Questo avviene sfruttando particolarmente *"metafore"*, alle quali il destinatario del messaggio deve poi attribuire significati concreti. Rientrano in questa fase sia la codificazione delle conoscenze prima apprese in forma tacita, sia la valutazione di precedenti progetti per estrapolarne le soluzioni rivelatesi migliori. È questo il punto al quale lo studioso giapponese attribuisce maggiore valenza manageriale. A tale scopo ritiene fondamentale che nei vari progetti innovativi si sviluppi anzitutto un concetto cardine sfumato nei dettagli ma chiaro nell'intenzione, dalle notevoli

capacità evocative, una metafora insomma, che poi ciascun partecipante al progetto riesca a interpretare arricchendola di elementi.

Combinazione

A questo punto il sistema informativo permette che le conoscenze così esplicitate si prestino sia a ulteriori elaborazioni (simulazioni al computer, attività progettuale formalizzata), sia ad una diffusione su larga scala (sia interna che esterna); in questo modo, secondo Nonaka, si attua la *combinazione* o passaggio “*esplicito/esplicito*”, da altri definita anche come “strategia del sapere trasferibile”. La fase di combinazione contribuisce alla diffusione entro i gruppi di ricerca delle conoscenze già esplicitate dagli originali possessori. Questa fase si risolve nel continuo dialogo, nella comunicazione ricca, deliberatamente ridondante tra i partecipanti al progetto e tra questi e le diverse funzioni interessate alla ricerca. Anche in questa fase si percepisce l’importanza del caos creativo, necessario per consentire lo sviluppo delle diverse prospettive di analisi, di originali ricombinazioni delle conoscenze già esistenti.

Interiorizzazione

Infine, occorre un’ulteriore interiorizzazione delle conoscenze così elaborate, affinché gli operatori chiamati ad applicarle siano in grado di tradurre concretamente le nuove capacità: è l’*interiorizzazione* o passaggio “*esplicito/implicito*”. Dall’applicazione delle conoscenze così elaborate, possono discendere ulteriori apprendimenti fondati sull’esperienza in grado di rialimentare il circuito suddetto.

Le condizioni affinché possa crearsi una “spirale della conoscenza” all’interno di un’organizzazione sono:

- intenzionalità organizzativa
- autonomia
- caos creativo
- ridondanza

L’*intenzionalità* organizzativa è la determinazione a raggiungere i propri obiettivi.

L' *autonomia*, è riferita a un sistema in grado di auto-organizzarsi. Si fa riferimento ad esperienze positive di innovazione in contesti in cui il compito di creare qualcosa di nuovo è affidato a squadre di lavoro che autodefiniscano compiti e regole, con l'intento di raggiungere l'obiettivo finale dell'organizzazione. L'utilità del *caos creativo* fa riferimento al fatto che l'innovazione spesso avviene in concomitanza con i momenti di rottura, quando cioè i modi di pensare abituali vengono interrotti dall'intervento di una fluttuazione, che costringe ad un incremento dell'interazione con il mondo esterno e di interazione all'interno finalizzata alla creazione di nuovi concetti. L'ultima condizione è la *ridondanza*: dare informazioni che vadano al di là delle richieste operative immediate dei membri dell'organizzazione. La ridondanza è vista come strumento per la creazione di una consapevolezza condivisa dell'identità dell'organizzazione.

La risposta occidentale all'approccio nonakiano è l'idea di comunità della pratica e del suo legame con la disciplina dell'Organizational Learning (cultura organizzativa). Anche secondo questo approccio il sapere è considerato come materia soggettiva, ma a differenza di ciò che propone Nonaka, esso non risiede nel singolo individuo, bensì nel tessuto di relazioni e di pratiche sociali che esso intrattiene con le proprie comunità di riferimento. Una comunità può essere individuata dalla generica condivisione di un interesse o dalla condivisione di repertori cognitivi e identità collettive. Le CoP si formano all'interno delle organizzazioni in maniera spontanea, nel momento in cui le persone si avvicinano ad altre che condividono i loro stessi interessi e affrontano problemi simili. Ad esempio una CoP potrebbe essere rappresentata dai tecnici preposti alla manutenzione di un certo tipo di macchina, i quali condividono suggerimenti su eventuali guasti rilevabili attraverso particolari anomalie nei prodotti realizzati, o da persone che si trovano in diverse unità di un'azienda manifatturiera e che sono accomunate, per es. da un interesse per i videogiochi. Le comunità di pratiche sono simili alle associazioni professionali: le persone entrano a farne

parte e rimangono al loro interno per scelta, perché ritengono di poter apprendere qualcosa e di poter contribuire in qualche modo.

Il compito del management diventa quello di catturare il sapere laddove si forma in modo spontaneo ed emergente per poi diffonderlo in tutta l'azienda. Tale obiettivo viene in genere raggiunto attraverso l'inserimento di figure denominate *knowledge manager*, il cui compito è quello di facilitare l'interazione comunitaria e catturare il sapere emergente attraverso processi di codifica e strutturazione dei contributi dei membri della comunità. Le CoP liberano il management dalla costosa attività di affiancamento ed osservazione del singolo operatore e consentono di rivolgersi direttamente a gruppi.

Ogni organizzazione, al suo interno, produce un sapere originale e distintivo, che, se opportunamente valorizzato può contribuire alla competitività d'impresa. Spesso, infatti, una soluzione prodotta in un luogo dell'azienda potrebbe essere riutilizzata in un altro, oppure, idee che non risultino utili in un determinato momento potrebbero divenirlo in un momento successivo. I sistemi di KM rispecchiano tali esigenze e rispondono a tre necessità fondamentali:

- rendere il sapere una risorsa controllabile al fine di evitare l'emorragia di sapere legata al *turn over*;
- rendere il sapere una risorsa replicabile al fine di massimizzare l'opportunità della sua valorizzazione attraverso il riuso;
- rendere il sapere una risorsa diffondibile alle persone al fine di massimizzare le loro opportunità di apprendimento.

Il punto d'incontro tra queste esigenze è emerso nel concetto di standardizzazione: una risorsa è controllabile, replicabile e diffondibile se è standardizzabile. Per standardizzazione si intende quel processo mediante il quale una risorsa viene "depurata" dai suoi elementi contestuali e resa generale, quindi utilizzabile in qualsiasi contesto secondo criteri formali. Come sottolineato da Rullani, ad esempio, la trasformazione del lavoro artigianale in "forza lavoro" esprime questa esigenza di rendere una materia specifica e concreta (il lavoro dell'artigiano) generale e astratta (il tempo lavoro dell'operaio) e quindi

applicabile indipendentemente dalla particolare configurazione del processo produttivo. Nel momento in cui la risorsa da gestire è la conoscenza, è naturale ricorrere alla stessa logica di standardizzazione al fine di renderla una materia controllabile del processo produttivo alla stregua della tecnologia, del capitale e del lavoro. La standardizzazione può essere ricondotta alla tradizione epistemologica che enfatizza i caratteri formali e oggettivi del sapere. Un sapere standardizzato è valido a prescindere dal suo contesto di produzione e di utilizzo e inoltre esso risulta controllabile, replicabile e diffondibile.

La visione epistemologica si materializza fundamentalmente nell'idea di *Knowledge Base*, che è una raccolta codificata del sapere di un'organizzazione. Tale approccio si è in particolare manifestato attraverso la metafora del portale aziendale il quale, per l'appunto, dovrebbe rappresentare una tecnologia capace di raccogliere i contributi delle persone in modo standardizzato e condiviso.

1.2 La Gestione delle Competenze organizzative

Tra le varie attività legate alla gestione della conoscenza nelle organizzazioni, la gestione delle competenze assume quindi un'importanza strategica: l'identificazione delle persone che possiedono alcune competenze per essere in grado di svolgere un compito specifico è un'attività che consente alle aziende di raggiungere l'eccellenza nelle loro performance. Quello relativo alle competenze è un tema ampiamente dibattuto nella letteratura scientifica fin dai primi anni del 20° secolo, ed in particolare nell'ambito della gestione delle risorse umane (Taylor, 1911; Boyatzis, 1982). Formalmente, il concetto di competenza è inteso come la relazione tra persone ed attività lavorative, in particolare, quali conoscenze ed abilità sono necessarie per eseguire un compito specifico in modo efficace (McLelland, 1973).

L'idea che competenze e conoscenza siano una rilevante fonte di vantaggio competitivo per le organizzazioni ha iniziato a ricevere un'attenzione sempre più crescente già a partire dalla fine degli anni 1980. Quasi dieci anni dopo, la

maggior parte della letteratura sui temi delle strategie organizzative aveva cominciato a porre l'accento sulla gestione delle competenze e della conoscenza. In effetti, sia la dal punto di vista della letteratura scientifica che delle pratiche manageriali nel corso degli anni si sono susseguiti numerosi approcci teorici e pratici riguardanti l'ambito della gestione delle risorse umane ed in particolare della gestione delle competenze. Questi nuovi paradigmi sono stati affrontati secondo diversi approcci e scuole di pensiero. Nonostante ci siano diverse modalità di classificazione per identificare gli stream di letteratura scientifica in quest'ambito, è senz'altro possibile classificare la discussione scientifica in questo ambito con le seguenti direzioni di ricerca (tabella 1):

1. learning organisation,
2. strategic human resource management,
3. intellectual capital management,
4. individual competence/skills management,
5. competency-based strategic management, and
6. knowledge management.

Approccio	Focus	Autori
Learning organisation	<i>What kind of organisation is the best in supporting competence renewal and development?</i>	Argyris, 1970; Senge, 1990;
Strategic human resource management	<i>How does an organisation plan, organise, supervise and develop human resources in order to carry out its strategy or to improve its competitive position?</i>	Ulrich, 1998;
Intellectual capital management	<i>How can intellectual capital's human and constructive elements be measured?</i>	Edvinsson e Malone, 1997;
Individual competence/skills management	<i>How can individual skills that are needed for strategic objectives be allocated in the right places, at the right time and at the right price?</i>	McLeland, 1973;
Competence-based strategic management	<i>How can we identify, utilise and develop capabilities that have competitive value are built on</i>	Prahalad and Hamel, 1990;

	<i>organisational procedures and are developed over time in a company?</i>	
Knowledge management	<i>How do we create, share, transmit, combine and modify knowledge, and how can these processes be managed?</i>	Nonaka e Takeuchi, 1995; Davenport e Prusak, 1998;

Tabella 1: Approcci al "competence management"

Nell'ambito del filone relativo all'organizational learning, i primi studi si sono concentrati sull'analisi dei processi di apprendimento all'interno delle aziende. Ciò è stato fatto sotto la rubrica di apprendimento organizzativo. Alla fine degli anni '80, la ricerca si è sempre più concentrata sul significato strategico di "competenza" e sul ruolo dei processi di apprendimento per il successo organizzativo. Solo successivamente all'affermarsi dell'importanza del ruolo dell'apprendimento continuo per il successo delle aziende, la ricerca ha cominciato a concentrarsi anche su ciò che deve essere appreso. La risposta a questa domanda ha condotto all'identificazione di quali erano le competenze alla base della strategia di un'azienda. La competenza che è stata alla base della competitività di una società cominciò ad essere indicata come competenza strategica, abilità "core" e capacità "core".

Il concetto di "human competence" è spesso discusso in letteratura in termini di capitale umano e di capitale intellettuale. Il capitale umano si riferisce alla capacità dei membri di un'organizzazione di lavorare e portare a termine le proprie attività (Sveiby, 2001), mentre il capitale intellettuale si riferisce alla somma di capitale umano, strutturale e sociale. Le competenze organizzative che coprono i sistemi di informazione, innovazioni, ricerca e sviluppo, cultura aziendale e degli affari dei clienti, tra gli altri, sono costruite con il capitale umano.

Una sfida fondamentale affrontata dalle organizzazioni riguarda il "come" integrare gli obiettivi strategici e le tradizionali attività di sviluppo delle risorse umane. Questo richiede una sostanziale modifica nell'approccio da parte dei

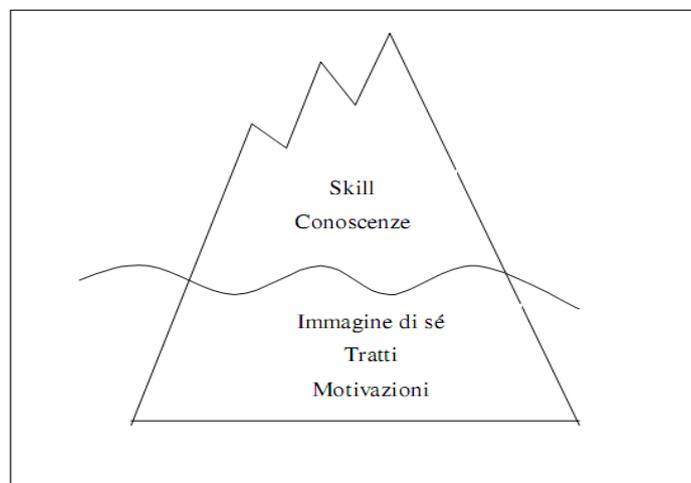
tradizionali dipartimenti HR. Per essere in grado di integrare le questioni inerenti le risorse umane con la visione del top management del futuro di una società, il dipartimento HR deve acquisire un ruolo più strategico.

Lo sviluppo delle risorse umane è uno dei fattori principali che contribuiscono alla creazione del vantaggio competitivo per un'organizzazione. Tuttavia è necessario chiarire come adottare un approccio razionale allo sviluppo sistematico delle risorse umane e soprattutto come questo approccio allo sviluppo deve essere in linea con la visione aziendale.

Nella letteratura scientifica il concetto di competenza è stato analizzato secondo diverse prospettive. Una di queste vede la competenza come caratteristica intrinseca dell'individuo. E' noto come le caratteristiche della competenza sono la ripetibilità della performance e la stabilità della sua qualità, caratteristiche che permettono una previsione del comportamento in un'ampia gamma di situazioni e compiti di lavoro. La competenza viene intesa come parte integrante e duratura delle personalità di un individuo che orienta e determina il comportamento. Tuttavia, se si accettasse questa interpretazione, ci si dovrebbe limitare a un'identificazione delle competenze e non si potrebbe mirare all'acquisizione e allo sviluppo delle competenze. Si evidenzia, così, una prima contraddizione tra stabilità e possibilità di sviluppo delle competenze (Spencer and Spencer, 1995). A tal proposito, i suddetti autori hanno svilupparono il "modello iceberg", che identifica e descrive cinque tipi di caratteristiche di competenza:

- **motivazione**, intendendo gli schemi mentali, i bisogni o le spinte interiori che normalmente inducono una persona ad agire, in quanto, seguendo l'orientamento di McClelland, la motivazione rappresenta "l'interesse ricorrente per la situazione o condizione d'un obiettivo, presente nella mente che spinge, dirige o seleziona il comportamento dell'individuo" (McClelland, 1973);

- **Tratti**, da interpretare come le qualità psico-fisiche e la predisposizione a comportarsi o a reagire in un determinato modo ad una situazione o informazione;
- **Immagine di sé**, intesa come l'insieme di atteggiamenti, convinzioni, valori o percezione di sé;
- **Conoscenza**, che rappresenta una competenza complessa ed è intesa non come cultura scolastica predisposta per misurare la memoria meccanica e ricordarsi di fatti specifici, bensì come sapere quali sono fatti rilevanti per affrontare un problema specifico e dove si possono trovare le relative informazioni per risolverlo;
- **Skill**, considerata come la capacità mentale o cognitiva di eseguire un determinato compito intellettuale o fisico e che è identificabile nel pensiero analitico, ovvero nella capacità di elaborare conoscenze ed informazioni, di stabilire relazioni di causa ed effetto, di organizzare informazioni e programmi, e nel pensiero concettuale, ovvero nella capacità di riconoscere modelli in una massa indistinta di informazioni



Fonte: Spencer, Spencer 1995, pag.33

Figura 3: Modello ad Iceberg introdotto da Spencer and Spencer (1995)

Queste cinque caratteristiche vengono suddivise in due tipi:

Skill e conoscenze vengono paragonate alla parte visibile, emersa di un iceberg. Tendono a essere caratteristiche osservabili e relativamente superficiali. Sono le

più facili da sviluppare, soprattutto attraverso un sistema efficace di informazione professionale;

Tratti e motivazione rappresentano invece la parte nascosta dell'iceberg, sono più difficili da sviluppare e, quindi, per la loro acquisizione all'interno di un'organizzazione è più efficace un processo di selezione, rispetto a uno di formazione. L'immagine di sé non viene classificata in nessuno dei due tipi, perché viene considerata una via di mezzo: può essere modificata da training, psicoterapia o da esperienze positive di sviluppo, ma questo è ritenuto essere molto difficile o comunque dispendioso in termini di tempo.

Altri studiosi, invece, non hanno accettato la definizione di competenza come caratteristica intrinseca. Tra questi, Prahalad ed Hamel (1990), che hanno definito le competenze strategiche come l'integrazione di conoscenze e capacità applicate ai processi aziendali e possedute dall'organizzazione. Dunque è possibile parlare di due prospettive:

- **prospettiva individuale**, che implica un'attenzione selettiva alle caratteristiche individuali, all'identificazione e alla classificazione delle dimensioni che costituiscono la competenza, per farne oggetto di intervento "personalizzato";
- **prospettiva sociale/contestuale**, che rivolge l'attenzione prevalentemente al contesto, agli attori, alle pratiche lavorative e alla loro ricostruzione collettiva, ai valori e alla cultura della comunità professionale di riferimento.

Un altro aspetto da tenere assolutamente in considerazione è il rapporto causale tra competenza e performance. Diversi autori (Schmidt and Hunter, 1992; Spencer and Spencer, 1995; Gully et al. 2002) concordano nel definire uno schema lineare, secondo il quale sono le caratteristiche personali a predire i comportamenti, che a loro volta predicono il rendimento nella mansione.

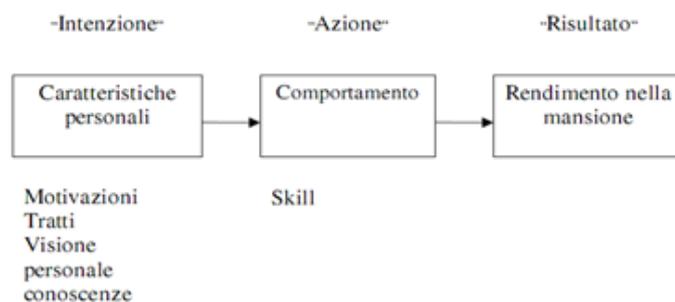


Figura 4: Schema lineare introdotto da Spencer and Spencer (1995)

Tuttavia, nella letteratura si ritrova alcune volte una sovrapposizione di significato tra il concetto di performance e quello di competenza (Frazier, 1990), in particolar modo quando vengono definiti entrambi come comportamenti. È quindi di rilevante importanza una differenziazione tra i concetti di comportamento, competenza e performance, per capire e analizzare i loro rapporti.

- La competenza è una caratteristica intrinseca che si esprime attraverso comportamenti, ragione per cui non può essere essa stessa un comportamento.
- La performance, invece, appartiene alla dimensione comportamentale ed è costituita dall'insieme delle attività direttamente visibili o percepibili, manifeste o direttamente individuabili, con cui un individuo raggiunge gli obiettivi che gli vengono posti all'interno di un ruolo. La prestazione rappresenta il punto di partenza per la definizione delle competenze, è considerata condizione necessaria, ma non sufficiente, per descriverle.

1.3. Competence Management e Knowledge Management

Quello della gestione delle competenze e della gestione della conoscenza (Competence Management e Knowledge Management) rappresentano concetti estremamente ampi, radicati in varie discipline e aree di pratica con diversi obiettivi. Lo studio del Knowledge Management, è stato affrontato soprattutto secondo le seguenti prospettive (Hong and Stalhe, 2005):

1. La prospettiva filosofica e psicologica (ad esempio, l'epistemologia della conoscenza, lo studio dei tipi di conoscenza e le loro interazioni, i processi cognitivi), che affronta questioni chiave come: cosa si intende per conoscenza, come viene generata, quali sono i processi ed i meccanismi di elaborazione.
2. Il punto di vista organizzativo e sociologico (ad esempio, le strutture organizzative, le reti e le comunità, l'apprendimento organizzativo, l'importanza dei fattori sociali o ambientali), che si occupa di studiare come creare e gestire la conoscenza in un contesto caratterizzato da una pluralità di attori.
3. Il punto di vista economico e commerciale (ad esempio, ottenere un vantaggio competitivo attraverso la creazione di conoscenza e l'innovazione, la misurazione di conoscenze e competenze, il concetto di balanced score card), ovvero come estrarre valore dalla conoscenza.
4. La prospettiva tecnologica (strumenti efficienti ed efficaci per la gestione della conoscenza)

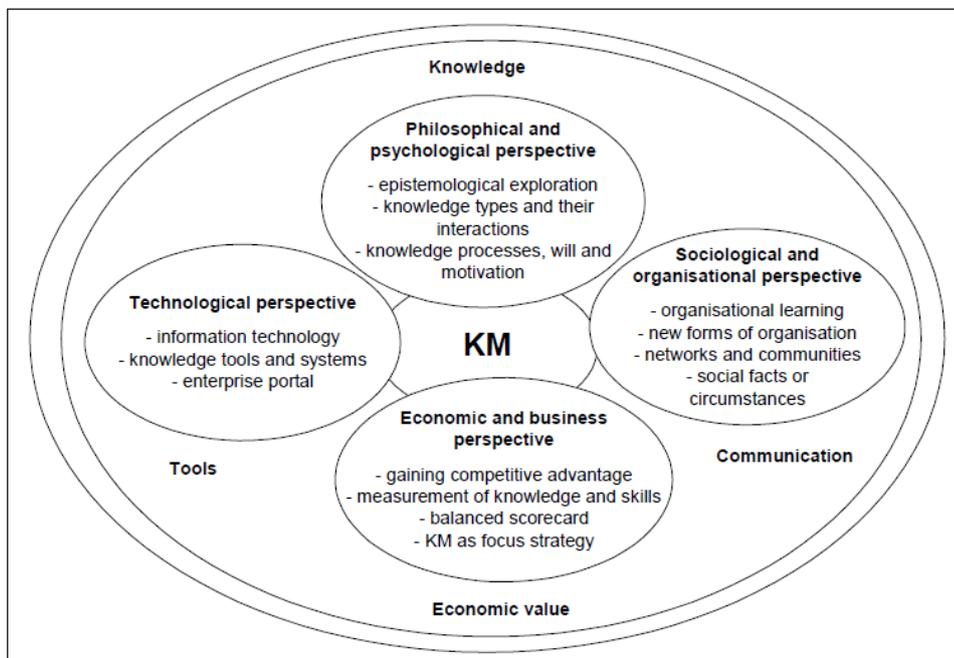


Figura 5: Prospettive disciplinari nel knowledge management (Hong and Stable, 2005)

Anche per quanto riguarda l'ambito della gestione delle competenze, dall'analisi della letteratura scientifica emergono differenti approcci. Di seguito vengono descritti i principali "literature streams" nell'ambito della gestione delle competenze:

1. **Individual competence (or employee competence):** si riferisce prevalentemente sui tratti personali e cognitive del cosiddetto "manager" o impiegato "competente" rispetto alle attività lavorative che deve svolgere (in termini di "essere in grado di svolgere un compito") (Boyatzis, 1982; Klemp, Jr., 1980; McClelland, 1973; Morgan, 1988; Spencer and Spencer, 1995). Le "pratiche comuni" riguardanti questo flusso di letteratura nell'ambito del competence management riguardano i seguenti obiettivi:
 - a. Rendere i profili di competenza individuali visibili e disponibili all'interno dell'organizzazione affinché i profili di competenza opportuni possano essere utilizzati all'evenienza (ad esempio, utilizzando mappe di competenza).
 - b. Individuare eventuali gaps tra le competenze attualmente disponibili e quelle richieste per svolgere un compito ed eventualmente predisporre programmi per lo sviluppo e la formazione del personale affinché essi acquisiscano nuove competenze e migliorino quelle che già possiedono.
2. **Corporation-wide strategic competence:** Questo approccio si propone di studiare la gestione delle competenze da un punto di vista strategico, in termini di "core competence" di un'organizzazione, competizione basata sulle competenze, gestione strategica delle competenze, dynamic capabilities e absorptive capacity. Prahalad e Hamel (1990) hanno introdotto il concetto di core competence, definendole come *...the collective learning in the organisation, especially how to coordinate diverse production skills and integrate multiple streams of technologies* ". È chiaro quindi come per "core competence" si intende una

combinazione di competenze e tecnologie di produzione proprie dell'organizzazione.

L'approccio competence-based al management strategico offre una nuova "lente di ingrandimento" attraverso cui osservare le dinamiche, le interazioni ed i processi di sviluppo delle competenze all'interno delle organizzazioni (Heene e Sanchez, 1997). Secondo questo approccio, la formazione continua su come costruire e sfruttare le nuove competenze in modo più efficace è un'attività centrale di gestione delle competenze in base strategica. Progettare le organizzazioni come sistemi per la creazione e la valorizzazione delle competenze può rappresentare quindi una nuova logica dominante per la gestione strategica in ambienti complessi e dinamici. Le capacità dinamiche si riferiscono appunto alla *"capacità dell'impresa di integrare, costruire e riconfigurare competenze interne ed esterne al fine di affrontare rapidamente ambienti mutevoli"* (Teece et al., 1997). La competenza è definita in questo senso, come la capacità dell'impresa di integrare e gestire le proprie risorse disponibili. Ci si riferisce invece in termini di *"absorptive capacity"* alla capacità di un'impresa di riconoscere il valore di nuove informazioni esterne, e di assimilarle e applicarle per i loro fini imprenditoriali (Cohen e Levinthal, 1990). Questa capacità di assorbimento non dipende semplicemente dalla qualità dell' *"interfaccia"* dell'azienda con l'ambiente esterno: essa dipende anche dalle modalità attraverso le quali avviene in trasferimento e lo scambio della conoscenza tra le differenti unità organizzative.

3. ***Team or project collaborative competence***: l'esistenza di questo approccio è il risultato della consapevolezza che l'insieme delle competenze è maggiore rispetto alla *"somma"* delle competenze singole. Un *"team competente"* è sempre composto da persone che possono essere *"non competenti"* su diversi aspetti. L'aspetto focale ricade sulla capacità di un gruppo di lavorare insieme verso un obiettivo comune. Questo comprende la capacità dei componenti di risolvere i problemi

insieme, le competenze interpersonali (soft skills), ovvero saper lavorare con persone diverse e favorire un clima di gruppo che consente scambio di informazioni e responsabilità da condividere e la conoscenza di procedure condivise nel contesto lavorativo (Vartiainen et al, 2003.).

Possiamo quindi riassumere i principali approcci per lo sviluppo delle competenze in termini di evoluzione concettuale. Storicamente, secondo l'approccio resource-based, le competenze vengono viste come la risorsa più importante per il perseguimento degli obiettivi aziendali. Secondo questa "visione", le competenze sono delle risorse che devono essere acquisite e che garantiscono vantaggio competitivo. Secondo la prospettiva del Resources Based-View l'organizzazione è definibile come un patrimonio di risorse. La competenza è definibile come un vasto insieme di risorse organizzative che consistono nel coordinamento di risorse a livello elementare, essa è una combinazione di fattori. Le competenze derivano dall'esperienza accumulata nel tempo e nello spazio, depositate nei memory systems e conferiscono un differenziale funzionale all'impresa che ne è depositaria. È un approccio operativo che si concentra sulle modalità per valorizzare e proteggere le competenze, intese come insieme combinato da saperi diversi e di tecnologie. Le competenze si collegano al processo più generale di gestione delle risorse e agli elementi organizzativi costruiti attorno alla conoscenza e al saper fare individuale per la creazione di valore.

Il secondo approccio riguarda quello delle "dynamic capabilities". Secondo questa prospettiva, l'enfasi si sposta dall' "ottenere" risorse/competenze ad "applicare" competenze in diverse routine e pratiche organizzative. Si presume che questo è l'unico modo per l'impresa di ottenere un vantaggio competitivo sostenibile, in particolare in ambienti aziendali imprevedibili e turbolenti. Questo approccio vede nelle competenze una "capacità di integrazione", e si differenzia dal primo approccio nella sua enfasi su "ciò che si sa e si è in grado di fare" piuttosto che sul "quello che si ha". Nella teoria delle capacità dinamiche la frontiera tra competenze individuali e capacità organizzative è assai tenue. Infatti

entrambe sono la base stabile sulla quale si ancora la strategia organizzativa. Le competenze rinviano ai saperi fondamentali e le capacità riguardano il saper fare organizzativo che condiziona la messa in opera delle competenze.

L'attuale trend è quello di spostarsi verso il terzo approccio, secondo il quale la competenza non è vista come una risorsa "pre-esistente" ma come una risorsa che deve essere continuamente creata e costruita attraverso le pratiche e le attività aziendali. Questo approccio viene anche conosciuto come "*competence as innovative learning processes*". In questo caso la conoscenza sulle competenze già possedute, sui processi di acquisizione, costituisce un valido potenziale per facilitare il cambiamento organizzativo e strategico. Queste abilità e conoscenze costituiscono una sorta di "meta-competenza", particolarmente importante negli attuali contesti caratterizzati da turbolenza ed incertezza. La seguente tabella riassume gli approcci appena presentati in termini di prospettive e concetti principali, assunzioni di base e focus.

	<i>Competence as resources</i>	<i>Competence as integration capabilities</i>	<i>Competence as innovative learning processes</i>
<i>Perspectives and concepts</i>	Resource-based view; Competenze individuali, Core competences di un'azienda; Competizione basata sulle competenze.	Dynamic capabilities; Absorptive capacity, integrazione di competenze	Approccio sistemico alla gestione delle competenze. Competence-based strategic management; meta-competence
<i>Basic assumption</i>	Le competenze vengono viste come le altre risorse aziendali	Le competenze si riferiscono all'abilità di gestire le risorse ed i processi aziendali	Le competenze si riferiscono all'abilità di gestire le risorse ed i processi aziendali. Concetto di "meta-competence"
	Capacità di ottenere risorse	Capacità di applicare le competenze.	Capacità di acquisire, produrre, migliorare competenze

<i>Focus</i>			
--------------	--	--	--

Tabella 2: Approcci al Competence Management in termini di prospettive, assunzioni e focus

E' interessante osservare come le discipline del knowledge management e del competence abbiano seguito la stessa traiettoria evolutiva. In questo processo di sviluppo, sia la gestione della conoscenza che la gestione competenze hanno mostrato alcune caratteristiche comuni in tutti gli aspetti critici, quali i loro principali obiettivi, strumenti e metodologie utilizzate, l'interpretazione della "natura" della competenza e della conoscenza. La traiettoria evolutiva comune segue un percorso da un'accezione statica ad un'accezione dinamica dei concetti di conoscenza e competenza: da un approccio frammentario ad un approccio sistematico, da un approccio technology based ad un approccio "social learning based", da un approccio monodisciplinare ad un approccio multidisciplinare. Naturalmente, sussistono alcune differenze, soprattutto in termini di "focus" del competence e del knowledge management:

1. Nello stage di documentazione ed identificazione il Knowledge management è maggiormente focalizzato su "cosa" un'organizzazione conosce a proposito del proprio business, mentre il Competence Management riguarda gli aspetti relativi alle competenze sia a livello individuale che organizzativo.
2. Nello stage di integrazione, il Knowledge management si focalizza di più sugli aspetti sociologici ed organizzativi, mentre il Competence Management si occupa dell'integrazione delle competenze e dell'efficienza delle performances.
3. Nel terzo stage (generazione), il Knowledge management pone l'accento sugli aspetti legati alla pianificazione strategic, mentre il Competence Management si riferisce alla capacità di acquisire, produrre, migliorare le competenze.

	K knowledge management	C competence Management
Traiettoria evolutiva	1. KM per il processamento delle informazioni → 2. KM per il trasferimento e la condivisione della conoscenza → 3. KM per la creazione della conoscenza e per i processi di innovazione	1. Competenze come risorsa → 2. Competenze come integrazione di differenti abilità → 3. Competenze secondo una prospettiva di continuous learning
Knowledge and competence Documentation and identification	Focalizzato prevalentemente su cosa un'organizzazione conosce a proposito del proprio business: <ul style="list-style-type: none"> • knowledge database/repositories • balanced scorecard • IC accounting. 	Competenze individuali ed organizzative: <ul style="list-style-type: none"> • competence matrix (individual knowledge and skills: sia tecniche che sociali) • lista delle core competences
Knowledge and competence leverage and integration	Focalizzato sugli aspetti sociologici ed organizzativi della condivisione della conoscenza: <ul style="list-style-type: none"> • socialisation in tacit-explicit knowledge conversion • social learning e Comunità di Pratica • communication-intensive organisation. 	Focalizzato sugli aspetti di integrazione e gestione delle competenze: <ul style="list-style-type: none"> • dynamic capabilities • absorptive capacity.
Knowledge and competence generation and innovation	Focalizzato su una vision strategica del knowledge Management <ul style="list-style-type: none"> • mastering chaos, risk and uncertainty • benefits of self-organisation. 	Approccio sistemico alla gestione delle competenze. <ul style="list-style-type: none"> • Competence-based strategic management; • meta-competence self-managing systems

Tabella 3: Co-evoluzione degli approcci al knowledge e competence-management

1.4. I concetti di “competence” e “competency”

Nello sforzo di comprendere ciò che rende “competenti nel proprio lavoro”, Sandberg (2000) ha individuato un importante cambiamento dagli approcci prevalentemente razionalistici ad un emergente approccio interpretativo, cioè il

passaggio dall'analisi degli attributi per svolgere un determinato lavoro a "come si concepisce il proprio lavoro"). Gli approcci razionalistici riguardano quindi le competenze degli individui sul posto di lavoro come un insieme specifico di attributi quali le conoscenze ed abilità utilizzate per eseguire particolari compiti, mentre l'approccio interpretativo che considera quale significato assume per gli individui la capacità, l'esperienza e la conoscenza acquisita a seguito dello svolgimento dello stesso.

Come detto in precedenza, il concetto di competenza è stato ampiamente dibattuto nella letteratura scientifica, in particolare nell'ambito delle scienze manageriali e socio-psicologiche (Nadler and Tushman 1999; Bartlett and Ghoshal 2002; Pitt and Clarke 1999; Lado and Wilson 1994, Marr et al. 2002;). Boyatzis definisce la competenza come "una caratteristica intrinseca di un individuo, causalmente collegata ad un performance efficace e/o superiore in una mansione o in una situazione e che è misurata sulla base di un criterio prestabilito" e aggiunge che la competenza "si compone di motivazioni, tratti, immagine di sé, ruoli sociali, conoscenze e abilità" (Boyatzis, 1982).

In particolare, mentre nella lingua italiana viene utilizzato soltanto il termine "competenza", nella letteratura scientifica vengono utilizzati due termini differenti: "competence" e "competency". In realtà, vi è una certa confusione e discussione per quanto riguarda l'uso di questi termini (Moore et al 2002;. Rowe 1995) e in alcuni casi i due termini vengono trattati come sinonimi (Brown 1994). Al fine di fare chiarezza, coerentemente con l'analisi della letteratura effettuata (Delamare Le Deist e Winterton 2005), ci si riferisce al termine "competence", come il corpo di conoscenze ed abilità che sono necessarie per eseguire un compito specifico in modo efficiente in un determinato contesto (ad esempio, situazione, dominio applicativo), mentre con il termine "competency" ci si riferisce a capacità comprovate nell'utilizzo di conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e / o metodologiche, mostrate durante attività effettivamente svolte in una situazione particolare. Quindi le "competency" sono abilità

caratteristiche che le persone manifestano quando le loro abilità e conoscenze vengono trasposte in azioni (Nirschl et al. 2008).

Il generarsi di un pluralismo definitorio è da imputarsi quindi non solo alla presenza di vocaboli diversi per descrivere cose simili, ma anche alle ontologie diverse che vengono utilizzate implicitamente. La knowledge ontology riguarda la chiarezza analitica e l'orientamento preferenziale sui contenuti, la costruzione della competenza, l'evoluzione della competenza. Da qui, probabilmente, il generarsi di diversi modelli sulla natura delle competenze. Molto sommariamente, si possono riconoscere due grandi categorie di modelli che implicano di fatto differenti ontologie:

- a) **Modelli razionalistici.** Fanno riferimento alle modalità di valutazione e assessment delle competenze professionali in situ e concepiscono la competenza come un'insieme di attributi usabili per svolgere le attività lavorative. In pratica le persone più competenti sono quelle che possiedono e usufruiscono di un insieme più ricco e numeroso di tali attributi. Si possono denominare approcci ingegneristici o razionalistici che valorizzano le prestazioni osservabili e identificano il set di attributi che un lavoratore dovrebbe possedere e adottare in una gamma di attività abbastanza ampia. Questi modelli sostengono l'identificazione di ampie liste di competenze elementari che sono di dimensioni variabili, differenti da contesto a contesto per livello di astrazione e complessità.

L'insoddisfazione di questi modelli deriva dall'elevato grado di astrazione (o viceversa di semplificazione) che non può dar conto della complessità e dell'elevato numero di adattamenti contingenti, necessari alla persona per produrre una risposta lavorativa competente nelle situazioni reali. Inoltre questi modelli sono meno in grado di fare capire come l'interazione tra soggetto e lavoro indirizzi le scelte comportamentali effettive: non conta solo sapere cosa il soggetto dovrebbe o potrebbe fare ma cosa è disponibile a fare e cosa farà effettivamente nelle condizioni date.

b) **Modelli interpretativi e costruttivi.** Sono indirizzati ad esplorare la relazione tra persona e lavoro. La prestazione lavorativa reale è dipendente dal contesto di esperienza e la competenza si esprime in funzione delle contingenze situazionali e delle finalità riconosciute e perseguite dalla persona. La competenza è interpretabile come “sapere in uso”, che ovviamente non esclude attributi conoscitivi, di abilità, valoriali, altre risorse personali, ma che appare strutturarsi in maniera flessibile, ricombinarsi ad hoc in funzione di un obiettivo specifico da raggiungere in una situazione data. Questi approcci non hanno lo stesso grado di formalizzazione di quelli razionalistici, focalizzano l’attenzione sull’interazione tra vari tipi di saperi e sull’impegno attivo della persona nel costruire o contribuire a costruire la propria competenza.

1.5 Approcci all’individuazione e misurazione delle competenze: Competence Mapping

Una attività importante del Knowledge Management (KM) riguarda l’esecuzione della verifica delle conoscenze possedute all’interno dell’organizzazione. Nello specifico, il processo di verifica delle conoscenze include:

- 1) identificare quali conoscenze esistono attualmente in un’area target:
 - determinare l’esistenza di potenziali pozzi, fonti, flussi e vincoli nell’area target, includendo i fattori ambientali che potrebbero influenzare la zona bersaglio;
 - identificare e localizzare la conoscenza esplicita e tacita nell’area target;
 - costruire una mappa della tassonomia e del flusso di conoscenza nell’organizzazione nell’area target. La mappa della conoscenza riguarda gli argomenti, le persone, i documenti, le idee e collega alle risorse esterne, in modo da permettere agli individui di trovare le conoscenze che di cui hanno bisogno in fretta.

- 2) identificare quali conoscenze mancano nell'area target:
 - effettuare un'analisi gap per determinare quali sono le conoscenze che mancano per raggiungere gli obiettivi di business;
 - determinare chi ha bisogno delle conoscenze mancanti.
- 3) fornire indicazioni dalla verifica delle conoscenze per gestire una rivisita dello status quo e per un possibile miglioramento delle attività di gestione nell'area interessata.

Come risultato importante di questo processo vi è la formazione di una mappa delle conoscenze, la quale raffigura le risorse, i flussi, i pozzi e i vincoli della conoscenza all'interno dell'organizzazione. Una ben sviluppata mappa delle conoscenze è molto utile per identificare il capitale intellettuale, socializzare con nuovi membri e migliorare l'apprendimento organizzativo.

Un'organizzazione potrebbe mappare le sue competenze per:

- incoraggiare il riutilizzo e prevenire le re-invenzione, risparmiando tempo di ricerca e costi di acquisizione;
- evidenziare le isole di competenza e suggerire modi di costruire ponti per aumentare la condivisione delle conoscenze;
- Scoprire le comunità efficaci ed emergenti di pratica in cui l'apprendimento avviene;
- fornire una base per misurare l'andamento dei progetti KM;
- ridurre gli oneri per il personale, aiutando gli esperti a trovare le informazioni critiche / conoscenza rapidamente.

Negli ultimi anni, le organizzazioni si stanno orientando verso un'integrazione e, a volte, sostituzione dei tradizionali sistemi di valutazione delle posizioni (il posto occupato dal titolare di una mansione nella struttura lavorativa), delle prestazioni (quanto la persona ha contribuito al raggiungimento degli obiettivi aziendali) e del potenziale (caratteristiche professionali "potenzialmente" presenti nel soggetto), le cosiddette "3P", con dei sistemi di valutazione delle competenze. Questo passaggio si è reso recentemente necessario per superare i

limiti di staticità del modello delle “3P” e soprattutto per favorire la centralità delle risorse umane.

I sistemi di valutazione delle competenze si pongono l’obiettivo di giudicare sistematicamente il valore della professionalità di una persona, inteso come arricchimento variamente acquisito e che aggiunge valore al patrimonio complessivo di competenze dell’impresa.

In questo sistema di valutazione le competenze e, in particolare, le competenze distintive, vengono considerate: definibili, osservabili, misurabili e sviluppabili.

Nell’ambito del processo diagnostico delle competenze possono essere distinte due fasi:

- L’analisi, che porta alla composizione del quadro d’insieme e alla descrizione del fenomeno;
- La valutazione, che invece è l’utilizzo dell’analisi rispetto a dei fattori di riferimento, che variano col variare del contesto.

Il processo di valutazione viene anche detto *audit* (verifica) della competenza ed è finalizzato a definire la situazione di fatto, per poi confrontarla con quella desiderata. La differenza fra queste due situazioni viene definita “divario di competenza”. Le modalità di rilevazione delle competenze si differenziano in base al loro posizionamento rispetto alle polarità tra:

- Metodo deduttivo o top down, per cui la mappa delle competenze viene dedotta dai diversi modelli e dalle diverse teorie prese a riferimento sul funzionamento dell’uomo al lavoro e metodo induttivo o bottom up, per cui i repertori di competenza vengono definiti a partire da un’analisi empirica dei comportamenti dei performer e, in particolare, dei best performer;
- Competenze viste dall’alto e competenze viste dal basso;
- Metodi accurati/scientifici, che però necessitano di strumenti e metodi d’analisi sofisticati, complessi da somministrare e di non sempre agile utilizzo e metodi di analisi di facile comprensione, di presa immediata e caratterizzati da autorevolezza, ma spesso a scapito dell’accuratezza e del rigore metodologico;

- Rilevazione delle competenze organizzative o individuali;
- Identificazione dei competenze generiche o specifiche;
- Rilevazione delle competenze in atto o in potenza, in riferimento al ciclo di vita delle competenze;
- Analisi delle competenze finalizzata alla loro valutazione o al loro sviluppo.

Nell'identificazione delle competenze e delle loro componenti, qualunque sia il metodo di rilevazione utilizzato, (Boam e Sparrow, 1992) suggeriscono di prestare particolare attenzione a:

- Scegliere il giusto livello di generalizzazione;
- Identificare dimensioni osservabili;
- Essere semplici ed essenziali;
- Essere chiari e comprensibili;
- Dare un titolo alle dimensioni e alle competenze, che faccia diretta riferimento ai comportamenti che li denotano;
- Mantenere le dimensioni nettamente distinte, non utilizzare lo stesso indicatore per più dimensioni;
- Adottare un orientamento al futuro, pur tenendo i piedi nel presente.

Una volta assicurato, tramite questi accorgimenti, che le competenze siano presentate in forme applicabili nella realtà, gli autori suggeriscono di considerare questi fattori per la scelta del metodo:

- L'orientamento: focalizzazione sul compito o sul soggetto che deve eseguirlo;
- La preparazione: alcune tecniche richiedono conoscenze di statistica e del computer molto approfondite, altre sono più semplici;
- La quantificazione delle informazioni: attraverso la semplice intuizione o attraverso graduatorie;
- La struttura: per alcuni metodi è precostituita, mentre per altre va creata ad hoc e bisogna testarne affidabilità e validità;
- La prossimità al lavoro: le informazioni possono essere raccolte direttamente o indirettamente:
- L'applicabilità: a tipi di lavoro specifici o a una gamma ampia di mansioni;

- La sensibilità ad aspetti del compito o della performance meno ovvi o difficili da compiere, ma decisivi;
- I risultati: da descrizione oggettiva dei compiti a dichiarazioni sulle caratteristiche personali;

Gli strumenti fondamentali di analisi delle competenze vengono quindi raggruppati in quattro categorie: gli approcci analogici, gli approcci analitici, gli approcci basati sul giudizio degli altri e gli altri approcci. Gli approcci analogici sono finalizzati a riprodurre gli elementi-chiave della mansione e utilizzano attività direttamente collegate alla performance, di cui condensano gli elementi principali in una situazione semplificata e di breve durata. Si verifica quindi una “corrispondenza puntuale” tra la valutazione ed il lavoro in esame. Possono essere raggruppati in sette tipi principali: esercizi di gruppo (cooperativi o competitivi), esercizi alla scrivania, simulazioni di ruolo (role-playing), presentazioni, relazioni scritte, test psicomotori e test di addestrabilità. Il limite fondamentale di questi approcci consente nella loro applicazione a mansioni specifiche e a poche persone, a detrimento di applicazioni più ampie o a lungo termine, per cui è difficile investire nel loro sviluppo e nella loro standardizzazione. Gli approcci analitici mirano a definire test generali, applicabili a chiunque, indipendentemente dalle attività previste dalla mansione e cercano di isolare gli aspetti-chiave della competenza in termini di caratteristiche umane generali. Sono preferibili per l’esame di un’ampia gamma di mansioni, quando vi sono scarse risorse a disposizione e non è cruciale il gradimento dell’utente. Possono essere suddivisi in test di abilità, del carattere, di motivazione e d’interesse e possono essere assistiti dal computer.

Gli approcci basati sul giudizio degli altri, detti anche “valutazioni a 360°”, perché vengono effettuata da tutte le persone che circondano il soggetto. La valutazione, quindi, non nasce dall’osservazione del comportamento durante un esercizio, ma dal contatto quotidiano, per cui il soggetto non deve abbandonare il proprio lavoro e non è necessaria la predisposizione di strumenti sofisticati. Il limite principale di questi approcci consiste nel fatto che si possono valutare solo

compiti che già rientrano nel lavoro corrente del soggetto e che l'esattezza delle valutazioni dipende dalla disposizione dei "giudici" a fornire informazioni esatte.

I principali metodi o strumenti di analisi che rientrano in questi approcci sono descrivibili come segue:

- L'osservazione: informale o strutturata, permette di raccogliere informazioni sul quadro generale, sulla varietà dei compiti. Una variante dell'osservazione diretta, accompagnata o no da una registrazione strutturata, è l'intervista al titolare della mansione durante il lavoro. In questo modo l'analista sperimenta direttamente il modo in cui vengono eseguite certe attività. Uno degli svantaggi dell'osservazione diretta è che essa può influenzare e distorcere il modo di lavorare della persona osservata, con conseguente distorsione dei dati raccolti. Un altro svantaggio è l'impossibilità di osservare direttamente tutti gli aspetti critici d'un lavoro. L'osservazione raggiunge il massimo dell'efficacia quando si usa uno schema comportamentale per registrare sistematicamente tutti i tipi di attività eseguiti da una persona durante un certo periodo.
- I diari: questo approccio tende a concentrarsi sui compiti piuttosto che sul comportamento, tende ad essere strutturato, ma tiene comunque conto del tempo e prevede il campionamento dei compiti. Ha il vantaggio di essere strettamente legato alla mansione e al modo di svolgerla, e può essere applicato ad un'ampia varietà di mansioni, purché, ovviamente, i titolari siano capaci di scrivere o dettare una breve descrizione di ciò che stanno facendo. I principali vantaggi dell'approccio del diario sono la flessibilità, la facilità d'uso, la prossimità al lavoro e, nello stesso tempo, l'offerta di informazioni molto utili.
- Le interviste: sono la forma più usata di raccolta delle informazioni. Possono essere intervistati i titolari delle mansioni e tutte le persone in grado di fornire informazioni in proposito. L'intervista può essere usata sia per esaminare compiti specifici sia per identificare le caratteristiche

personali di coloro che li eseguono. L'intervista per l'analisi del lavoro richiede è soggetta alle fonti di pregiudizio e di distorsione che inquinano ogni altra forma d'intervista, specialmente quando è necessaria una documentazione oggettiva. Quest'approccio ha lo svantaggio di non essere prossimo al lavoro come i diari e come l'osservazione diretta ma, con opportuni accorgimenti ed un rigoroso campionamento dei titolari delle mansioni è possibile ottenere un ragionevole grado di prossimità al lavoro. Le interviste sono strumenti molto flessibili, ma gli intervistatori devono essere opportunamente istruiti. Hanno il vantaggio di essere potenzialmente sensibili ad aspetti del lavoro insoliti o difficili da cogliere e tuttavia critici per la performance, che possono invece sfuggire ad approcci più generali.

- La tecnica dell'incidente critico: è una delle procedure formali usate da più lungo tempo per l'identificazione sistematica delle caratteristiche o dei fattori psicologici che contribuiscono alla prestazione lavorativa efficace. Le interviste vengono svolte con il responsabile che ha vissuto l'esperienza nel perseguimento degli obiettivi prefissati, sia che abbia raggiunto il successo, sia che abbia conseguito un fallimento, e successivamente vengono analizzate approfonditamente per individuare, in modo specifico, i comportamenti attivati e le qualità soggettive necessarie per raggiungere i traguardi prefissati. Un vantaggio di questo metodo è che le informazioni qualitative da esso fornite possono essere agevolmente tradotte in dati quantitativi. È abbastanza prossimo al lavoro, in quanto richiede che i titolari della mansione, i loro supervisori e le altre persone interessate ricordino "incidenti critici", cioè racconti di attività e comportamenti osservati, che si sono dimostrati critici per l'efficacia o l'inefficacia della prestazione lavorativa.
- La griglia repertorio (repertory grid): rappresenta una tecnica di intervista in grado di fornire uno strumento strutturato o di raccolta delle informazioni relative ad un sistema che connette le caratteristiche

personali di un individuo in uno specifico contesto professionale. La griglia è caratterizzata da due assi cartesiani che vedono su uno la registrazione degli "elementi " e sull'altro l'individuazione del livello di intensità del comportamento. I punteggi vengono registrati quindi nell'apposita griglia per poter evidenziare come ogni elemento è percepito in relazione ad ogni sistema di comportamento. Uno dei vantaggi di questo approccio sta nel fatto che punta direttamente ai comportamenti e alle skill che distinguono la performance efficace. Vi riesce a spese della sistematicità e del dettaglio del quadro dei compiti da eseguire o degli obiettivi da realizzare. Nella sua forma più tradizionale questo tipo di intervista viene condotta col supervisore o col leader d'un gruppo di persone e si chiede all'intervistato di scrivere su una scheda dei suoi subordinati. Questo processo non solo porta alla luce i costrutti più importanti, ma, grazie all'approfondimento successivo, permette d'identificare comportamenti osservabili e misurabili che possono essere utilizzati come indicatori d'una competenza specifica. I principali pregi della griglia sono la flessibilità, la relativa facilità d'uso e la capacità di generare informazioni difficilmente ricavabili in altri modi.

- Liste di controllo e repertori: sono semplici elenchi di attività e repertori molto formali o elaborati che comprendono alcune centinaia di voci, e quindi analizzabili soltanto con l'aiuto del computer. Per superare le difficoltà che s'incontrano quando si cerca di sviluppare il repertorio specifico di un'azienda, sono stati creati alcuni programmi informatici, alcuni di questi sono:
 - Paq (Position Analysis Questionnaire): questionario per l'analisi della posizione;
 - Jci (Job Components Inventory): repertorio delle componenti della mansione;
 - Wps (Work Profiling System): tecnica del profilo del lavoro

Bisogna però precisare che nessuna di queste tecniche sarà sufficiente da sola a sviluppare una serie di competenze capace di descrivere tutto quanto è richiesto

ai titolari delle mansioni. Il migliore approccio è spesso quello che combina metodi quantitativi e qualitativi, diretti e indiretti, standardizzati e flessibili. Ad esempio, per essere completo, uno studio comprenderà: osservazioni, analisi delle relazioni scritte, interviste strutturate tramite il Paq e discussioni dell'incidente critico. Se i dati vengono raccolti seguendo tutti questi metodi, è molto probabile che il quadro delle competenze richieste da una mansione sia completo o almeno più fedele.

Dopo aver definito i differenti modelli di competenza ed averli associati ai relativi indicatori comportamentali, diviene necessario attribuire ai differenti ruoli aziendali le corrispondenti attese di comportamenti. Si tratta di rispondere a domande come: quali sono le competenze necessarie per realizzare una performance efficace in quel determinato ruolo? e quali sono le competenze già possedute all'interno dell'azienda? Le risposte ottenute rappresentano da una parte il profilo delle competenze identificate, per livelli, per i vari livelli aziendali e dall'altra la reale mappatura delle competenze possedute dall'organizzazione, ovvero la misurazione delle competenze delle persone che occupano determinati ruoli all'interno del contesto aziendale.

La tappa successiva alla mappatura è quindi caratterizzata dal processo di gestione e di sviluppo delle competenze. Un'importanza centrale è assunta dalla fase di selezione che, anche al fine di effettuare una reale verifica degli indicatori comportamentali, dovrebbe orientarsi verso periodi di stage delle nuove risorse di una durata pari ad almeno 6-8 mesi, così che il processo osservativo di comportamenti e performance potrebbe costituirsi su dei tempi adeguati per comparare i propri obiettivi professionali con quelli dell'organizzazione di riferimento. La ricerca della corrispondenza tra ruolo, competenze e caratteristiche soggettive rappresenta una delle finalità primarie di coloro che si occupano della gestione delle risorse umane nelle organizzazioni ed interviene come principale strumento di supporto, la formazione. Essa costituisce l'azione più efficace non solo per colmare eventuali gap fra le competenze richieste e quelle possedute, per permettere la sovrapposizione tra l'output determinato

dalla performance effettuata con la prestazione attesa, per sviluppare nuove capacità ed aumentare il livello di potenzialità professionali ma anche per favorire l'allineamento congruente tra i diversi livelli logici dell'esperienza. L'attività formativa è inoltre funzionale nei processi di riconversione delle risorse da una posizione ad un'altra, al fine di acquisire non solo le nuove competenze richieste dal ruolo ma anche di facilitare un'adeguata motivazione individuale e professionale verso i nuovi compiti ed obiettivi.

Gli approcci tradizionali delle mappature delle competenze, precedentemente descritti, sono caratterizzati dalla limitazione di basarsi su dati ed informazioni derivanti da un'autovalutazione delle competenze. Negli anni recenti vi è stato un costante aumento e sviluppo di metodi innovativi per mappare le competenze. Questo anche grazie all'affermarsi continuo delle nuove tecnologie informatiche di supporto, infatti nuovi approcci basati sull'analisi del contenuto di documenti si stanno affermando in questo campo. Un approccio fondamentale in questo senso è il Relational Content Analysis (RCA), il quale si occupa di estrarre le relazioni tra gli attori, i problemi, i valori e i contenuti dai testi, per esempio le relazioni di sostegno/critica o di cooperazione/conflicto tra gli attori. Un'altra tecnica è la Social Network Analysis (SNA), ovvero la mappatura e la misurazione delle relazioni e flussi tra le persone, tra i gruppi, tra le organizzazioni, tra i computer e altre entità che processano informazioni e conoscenza. Coinvolge, dunque, attori e relazioni.

Alcune iniziative, come il IEEE Reusable Competency Definition (IEEEERCD,2005) e il HR-XML (HR-XML,2004), hanno fatto passi iniziali per definire modelli comuni e schemi per l'interoperabilità, ma il loro lavoro corrente manca di alcune informazioni importanti che sono richieste per il matching delle competenze, come i livelli di abilità, il contesto o i meccanismi per incrementare la riutilizzabilità.

Intensificando ed estendendo il lavoro sviluppato sotto varie iniziative, è stato introdotto un modello per rappresentare le competenze con le loro relazioni oltre che profili d'uso. Questo modello fornisce le basi per permettere il

matching avanzato e semi-automatico delle competenze e l'analisi del gap. Esso considera la competenza come una variabile tridimensionale, fatta di una competenza, un livello di abilità e un contesto, tre differenti dimensioni che possono essere modellate separatamente in modo da massimizzare il loro riutilizzo.

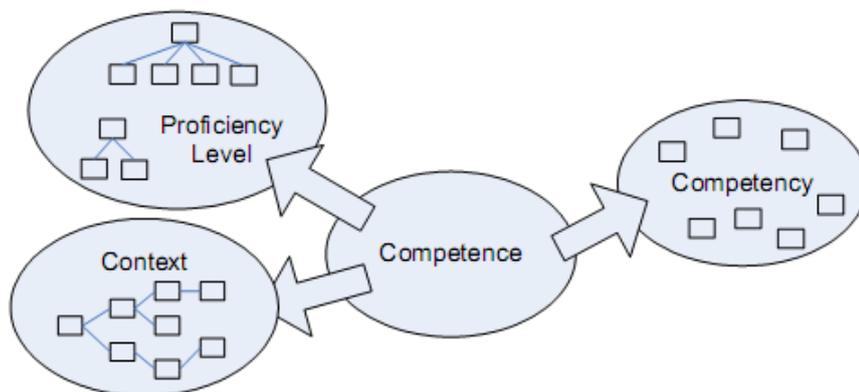


Figura 6 : la competenza come combinazione di tre dimensioni.

- Competency

Il IEEE RCD fornisce un modello per la rappresentazione delle competenze. Il modello non include il livello di abilità o le informazioni di contesto. In aggiunta, IEEE RCD è "inteso per incontrare il semplice bisogno della relazione e della catalogazione di una competenza, non per classificarle", cioè esso non fornisce alcun mezzo per specificare le relazioni tra le competenze. Infatti le relazioni non potrebbero essere modellate a questo livello perché esse dipendono anche dalle altre due dimensioni.

- Livello di abilità

Diverse scale (qualitative e quantitative) possono essere usate in modo da rappresentare i livelli di abilità, i quali non sono semplicemente un set piatto di elementi, ma sono relazioni implicite tra gli elementi entro una gradazione (scala). Ad esempio, un livello di abilità può essere dedotto da un altro. Bisogna modellare queste relazioni perché saranno necessarie per il matching delle competenze. Per rappresentare queste relazioni, una lista ordinata fornisce un

mezzo ragionevole per rappresentare una scala di livello di abilità. In questa lista, il valore minimo (dedotto da un altro nella lista) è dato dal primo elemento e il massimo è dato dall'ultimo. Pertanto, l'ordine nella lista rappresenta relazioni di sussunzione, cioè, il primo elemento è sotto dal secondo che a sua volta è sotto dal terzo e così via.

Per migliorare l'interoperabilità e il matching tra le scale, è incluso un campo opzionale per la mappatura in una scala universale. La ragione per cui questo campo di mappatura è opzionale è che sebbene sia utile includerlo, in alcuni contesti non sarebbe possibile trovare una mappatura adatta o non sarebbe necessario. La descrizione delle competenze si può riferire a specifici oggetti di queste scale per rappresentare il livello di abilità acquisito o richiesto. Gli algoritmi potrebbero istaurare rapporti tra i livelli di abilità per scoprire quanto training o apprendimento è richiesto per raggiungere un determinato livello di abilità di un lavoratore.

- Contesto

Il contesto è inteso come "le condizioni collegate in cui qualcosa esiste o accade", che include "le circostanze e le condizioni che la circondano". In merito alle competenze, il contesto si può riferire a diversi concetti. Potrebbe essere la specifica professione in cui una competenza viene acquisita, un set di argomenti in un dominio o finanche le impostazioni personali collegate all'apprendista. Tutti questi sono contesti che possono far parte di una competenza. Ciò che attualmente costituisce le descrizioni di un contesto sufficiente non può essere definito in generale, ma dipende dallo scopo e dall'obiettivo delle descrizioni della competenza alle quali sono unite. Come con le definizioni di skills e i livelli di abilità, le definizioni del contesto si potrebbero riutilizzare.

Modellare contesti può essere un compito difficile, poiché può coincidere con il modellare l'intero dominio di conoscenza di un'istituzione. Le ontologie possono catturare alcune conoscenze e usare arbitrariamente strutture complesse, da semplici gruppi o strutture ad alberi per grafi aciclici diretti.

infine viene presentato come esse sono combinati in modo da costruire una competenza e come le competenze potrebbero essere composte di sub-competenze.

Usando tale approccio, queste spiegazioni potrebbero coprire un ampio range di aspetti, come:

- Come una competenza può essere raggiunta;
- A quale livello ogni competenza dovrebbe essere acquisita;
- Se sotto-competenze devono essere acquisite tutte o semplicemente un sottogruppo di esse;
- Se le sotto-competenze devono essere acquisite in un ordine specifico.

Nelle applicazioni del mondo reale, la concezione tridimensionale di competenza serve per supportare diversi compiti, come creare profili di lavoro per assumere o selezionare le persone per un particolare progetto, creare profili di competenze personali mostrando le abilità di una persona, e modellare i prerequisiti e i risultati attesi dell'unione di un programma di apprendimento o di training. Questi compiti richiedono la modellazione di competenze richieste o acquisite. Inoltre, i requisiti specificati da un'offerta di lavoro devono essere confrontati dalle competenze acquisite che fornisce un richiedente. Questo indica che il modello dovrebbe essere simile per tutti i casi enumerati in modo da alleggerire il confronto.

Si distinguono due tipi di profili di competenza, in base al loro scopo:

- Profilo di competenza richiesto: specifica i requisiti che devono essere soddisfatti da un richiedente. È usato tipicamente per descrizioni di lavoro o prerequisiti di programma.
- Profilo di competenza acquisito: specifica i talenti degli impiegati e apprendisti. È tipicamente usato per mostrare quali competenze sono state acquisite o rappresentare il talento atteso dopo il completamento con successo di un programma.

Ogni tipo di profilo è composto da un gruppo di elementi di profilo che possono essere richiesti o acquisiti. Un elemento contiene dati che:

- Possono essere parte dei criteri che un'azienda o un programma di apprendimento usa per decidere se un richiedente è appropriato
- Un'istituzione che fornisce argomenti di diplomi o certificazioni agli apprendisti come una prova della competenza acquisita
- Un'apprendista usa per descrivere le competenze acquisite nel suo CV.

La struttura di elemento di profilo è differente per i profili richiesti e per quelli acquisiti. Da un lato, i profili richiesti necessitano di rappresentare i requisiti obbligatori e alternativi o anche quelli desiderati. Perciò, viene usato lo stesso modello composto (meta-modello) come quello specifico per le competenze. Dall'altro lato, i profili acquisiti non hanno bisogno di relazioni complesse e saranno rappresentate come gruppi, cioè una collezione piatta di elementi SPE (Simple Profile Element).

I livelli di abilità sono parte delle competenze, ma sono differenti dai gradi forniti dalle istituzioni. Mentre i primi rappresentano ciò che "ogni persona che possiede una competenza si suppone di eseguire effettivamente", gli ultimi forniscono un "modo di giudicare le persone che hanno tali competenze ad uno specifico livello di abilità, per mezzo di un qualche tipo di valutazione". In altre parole, i livelli di abilità rappresentano lo scopo della competenza acquisita indipendentemente dal fatto che uno specifico apprendista o impiegato ha appreso il contenuto perfettamente o sufficientemente per acquisire la competenza.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI CAPITOLO 1

1. Taylor, F., *The Principles of Scientific Management*, New York: Harper & Row, (1911)
2. Boyatzis, R. E., *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*. New York: John Wiley and Sons, (1982)
3. McLelland, D. C., *Testing for Competence rather than for "Intelligence"*. *American Psychologist*, 28, pp. 1-14, (1973)
4. Argyris, C.. *Interpersonal barriers to decision making*. In: Bass, B.M. & Deep, S.D. (eds.) *Current Perspectives for Managing Organisations*. New Jersey: Prentice-Hall (1970)
5. Senge, P.M.. *The Fifth Discipline*. Currency: Doubleday. (1990)

6. Ulrich, D., Intellectual Capital = Competence + Commitment. *Sloan Management Review*. Winter, 15–26, (1998)
7. Edvinsson, L. & Malone, M.S., *Intellectual Capital: Realizing your Company's True Value by Finding Its Hidden Roots*. New York: Harper Business. (1997).
8. Prahalad, C.K. & Hamel, G., The core competence of corporation. *Harvard Business Review*. May-June, 79–91, (1990).
9. Nonaka, I; Takeuchi, H. *The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York: Oxford University Press. pp. 284, (1995)
10. Davenport, T.H. & Prusak, L., *Working knowledge: how companies manage, what they know*. Harvard: Business School Press. (1998)
11. Sveiby, K.E., *The new Organisational Wealth, Managing and Measuring Knowledge based Assets*. San Francisco: Barret-Koehler Publishers. (1997). Prusak, L., 'Where did knowledge management come from?', *IBM Systems Journal*, Vol. 40, No. 4, pp.1002–1007, (2001).
12. Prusak, L. 'Where did knowledge management come from?', *IBM Systems Journal*, Vol. 40, No. 4, pp.1002–1007, (2001).
13. Hong, J., Ståhle, P., The coevolution of knowledge and competence management, *Int. J. Management Concepts and Philosophy*, Vol. 1, No. 2, 129, (2005)
14. Spencer, L.M, Spencer, S. M., *COMPETENCE AT WORK Models for Superior Performance*, eds. John Wiley and Sons (1995);
15. Schmidt, F. L., Hunter, J. E., Development of a Causal Model of Processes Determining Job Performance *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 1, No. 3, Jun., (1992)
16. Gully, S. M., Incalcaterra, K. A., Joshi, A., Beaubien, J. M., A meta-analysis of team-efficacy, potency, and performance: Interdependence and level of analysis as moderators of observed relationships. *Journal of Applied Psychology*, Vol 87(5), Oct (2002);
17. L Frazier - Performance and Competence, *Encyclopedia of Cognitive Science - Wiley Online Library*, (1990)
18. Klemp, Jr., G.O., *The Assessment of Occupational Competence*, Washington, DC: National Institute of Education. (1980)
19. Morgan, G. *Riding the Waves of Change: Developing Managerial Competences for a Turbulent World*, San Francisco: Jossey-Bass, (1988).
20. Heene, A. and Sanchez, R. (Eds.) *Competence-Based Strategic Management*, Chichester: John Wiley and Sons, (1997).
21. Teece, D.J., Pisano, G. and Shuen, A. (1997) 'Dynamic capabilities and strategic management', *Strategic Management Journal*, Vol. 18, No. 7, pp.509–533.

22. Cohen, W.M. and Levinthal, D.A., 'Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation', *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, pp.128–152, (1990).
23. Vartiainen, M., Kokko, N. and Hakonen, M., 'Competences in virtual organizations', *Work and Lifelong Learning in Different Contexts: 3rd International Conference of Researching Work and Learning, Proceedings Book I*, University of Tampere, pp.209–216, (2003).
24. Sandberg, J., 'Understanding human competence at work: an interpretative approach', *Academy of Management Journal*, Vol. 43, No. 1, pp.9–25, (2000)
25. Nadler, David A., and Mark Tushman, "The organisation of the future: strategic imperatives and core competencies for the 21st century", *Organisational Dynamics* 27, (1999):45–58.
26. Bartlett, Christopher A., and Sumantra Ghoshal, "Building Competitive Advantage Through People", *MIT Sloan Management Review* 43, (2002):34-41.
27. Pitt, Martyn, and Ken Clarke, "Competing on Competence: Knowledge Perspective on the Management of Strategic Innovation", *Technology Analysis & Strategic Management* 11, (1999):301-316.
28. Lado, Augustine A., and Mary C. Wilson, "Human Resource Systems and Sustained Competitive Advantage: A Competency-Based Perspective", *The Academy of Management Review* 19, (1994):699-727.
29. Marr, Bernard., Giovanni Schiuma, and Andy Neely , "Assessing strategic knowledge assets in e-business", *International Journal of Business Performance Management* 4, (2002):279-295.
30. Moore, David R., Mei I. Cheng, and Andrew R.J. Dainty, "Competence, competency and competencies: performance assessment in organizations", *Work Study* 51, (2002):314 – 319.
31. Rowe, Christopher, "Clarifying the use of competence and competency models in recruitment, assessment and staff development", *Industrial and Commercial Training* 27, (1995):12-17.
32. Brown, Reva B., "Reframing the competency debate: management knowledge and meta-competence in graduate education", *Management Learning* 25, (1994): 289-299.
33. Delamare Le Deist, Françoise, and Jonathan Winterton, "What Is Competence?", *Human Resource Development International* 8, (2005):27-46.
34. Nirschl, Franz, Manfred Fuchs, and Jürgen Dorn, "A Quantitative Competence Model for e-Recruiting and Team Building in Safety Critical Domains", *Proceedings of the 14th International ICE-Conference on Engineering, Technology and Innovation*, Lisboa, 2008.
35. Boam, R., Sparrow, P., *Designing and achieving competency: A competency-based approach to developing people and organizations*, McGraw-Hill (London and New York) (1992).

CAPITOLO 2:
LA GESTIONE DELLA CONOSCENZA
NELLE COMUNITA' SCIENTIFICHE

2.1. Le comunità scientifiche

Una comunità scientifica, detta anche comunità epistemica, è una rete collaborativa di professionisti con abilità riconosciute e competenze in un particolare settore; tale rete definisce politiche per la creazione collaborativa di nuova conoscenza all'interno di un dominio target anche se può essere composta da professionisti provenienti da una varietà di discipline e contesti (Haas, 1992).

Le comunità hanno:

1. un insieme condiviso di credenze normative e di principio, che forniscono una logica value-based per l'azione sociale dei membri della comunità;
2. credenze causali condivise, che derivano dalle loro analisi di pratiche che guidano o contribuiscono ad una serie di problemi centrali nel loro campo e che poi serve come base per chiarire i nessi tra le molteplici iniziative politiche possibili e risultati attesi;
3. nozioni condivise di validità - criteri intersoggettivi, definiti internamente per la pesatura e la convalida delle conoscenze nel campo della loro competenza;
4. un'impresa politica comune - che è, un insieme di pratiche comuni associate con una serie di problemi a cui la loro competenza professionale è diretta, probabilmente fuori dalla convinzione che il benessere umano possa essere rafforzato come conseguenza.

Le caratteristiche appena illustrate consentono di differenziare le comunità scientifiche rispetto agli altri gruppi.

		Causal beliefs	
		<i>Shared</i>	<i>Unshared</i>
Principled beliefs	<i>Shared</i>	Epistemic communities	Interest groups and social movements
	<i>Unshared</i>	Disciplines and professions	Legislators, bureaucratic agencies, and bureaucratic coalitions

		Knowledge base	
		<i>Consensual</i>	<i>Disputed or absent</i>
Interests	<i>Shared</i>	Epistemic communities	Interest groups, social movements, and bureaucratic coalitions
	<i>Unshared</i>	Disciplines and professions	Legislators and bureaucratic agencies

Figura. 1 Elementi distintivi delle comunità scientifiche rispetto agli altri gruppi.

I fattori per il successo di una comunità nel tempo sono la loro capacità di generare abbastanza interesse, la pertinenza e il valore di attrarre e coinvolgere i membri interni ed anche esterni. Un altro fattore è la gestione costante, ovvero di fornire direzione interna della comunità e dinamismo. Per raggiungerla, è necessario osservare l'evoluzione naturale della Comunità e, a volte incoraggiare la partecipazione dei soci. Mentre la comunità cresce, nuovi membri portano nuovi interessi e possono spostare l'attenzione della comunità in direzioni diverse. I cambiamenti nella scienza o nella tecnologia di base di una comunità costantemente in evoluzione, spesso portano alla collaborazione professionisti di

discipline adiacenti o determinano l'introduzione di innovazioni tecnologiche che cambiano il loro modo di lavorare.

Le comunità epistemiche forniscono 'sistemi di interpretazione', che aiutano i loro membri a interpretare il mondo e forniscono un senso alle loro attività. La loro 'prassi' è sempre di pratica sociale e comprende sia componenti espliciti che taciti. Nelle comunità epistemiche vengono applicate le competenze per l'articolazione e la creazione di conoscenza e le loro strutture di riferimento hanno sia proprietà cognitive che pratiche.

Le comunità epistemiche possono essere definite e delineate dalla loro generazione, manutenzione e padronanza di tre elementi: teoria, codici e strumenti, ciascuno incorpora sia componenti espliciti che taciti.

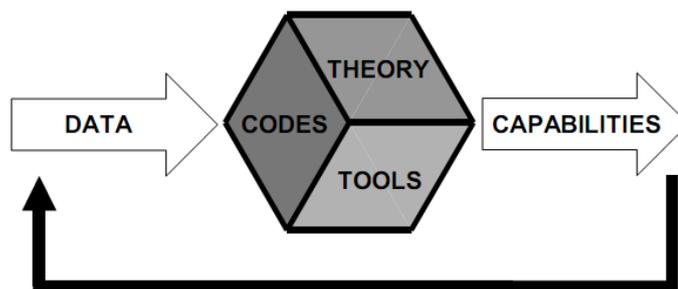


Figura 2 Gli elementi funzionali delle comunità epistemiche (Daft and Weick, 1984)

La Teoria si riferisce alle strutture cognitive di riferimento che consentono ad una comunità di dare un senso ai messaggi scambiati al suo interno. Essa comprende elementi culturali taciti - come 'mappe mentali' e ha ereditato regole pratiche, ma anche dichiarazioni esplicite e modelli di causalità ritenuti rilevanti per la pratica (Hakanson, 2007).

I Codici si riferiscono a tutti i mezzi simbolici, attraverso i quali la comunità comunica con l'ambiente ed i suoi membri uno con l'altro, inclusi sia il linguaggio comune e più varietà specializzate, come la matematica, le formule chimiche o codice computer - e rappresentazioni pittoriche (grafici, mappe, diagrammi e immagini, ecc.) (Brown and Duguid, 1991; Orr, 1996).

Gli Strumenti, infine, indicano gli artefatti fisici che la comunità impiega nello svolgimento dei suoi compiti e lo sviluppo della sua pratica, tra gli strumenti, ci sono quelli che permettono l'osservazione dei fenomeni al di fuori del regno della percezione sensoriale, e gli artefatti che detengono una "memoria" fisica della comunità- sia gli strumenti che le macchine che incarnano la sua esperienza e la tecnologia e i record fisici in cui queste sono state codificate (Bechky, 2003)

Le comunità epistemiche sono significative, in primo luogo, perché l'adesione influenza la capacità di scambio di conoscenze. La padronanza dei codici espliciti, la teoria e gli strumenti di una comunità consentono ai membri di una comunità di trasmettere e ricevere la conoscenza codificata come informazione. Inoltre, l'esposizione allo stesso tipo di processi di apprendimento esperienziale assicura che gran parte della conoscenza tacita della comunità è anche tenuta in comune. Questo è importante perché facilita il trasferimento di conoscenza anche non completamente codificata, come quella incarnata in artefatti fisici. Così, sia attraverso la condivisione volontaria e involontaria che attraverso l'imitazione, l'appartenenza comunitaria prevede la possibilità di accesso alle conoscenze a disposizione di tutte le comunità di pratica all'interno della stessa comunità epistemica. In secondo luogo, le comunità epistemiche forniscono anche un'identità ai loro membri, influenzando in tal modo la loro disponibilità e motivazione a condividere la conoscenza. Come già indicato, alcuni contributi al 'approccio basato sulla conoscenza' sono incentrati sullo sfruttamento delle competenze esistenti, altri invece sulla creazione di nuovi. Nei termini del quadro teorico qui delineati, i processi di trasmissione di conoscenza all'interno di una comunità scientifica e tra comunità scientifiche possono essere esplicitati come combinazione di questi due fattori:

	Creazione di nuove competenze	Sfruttamento di competenze già esistenti
All'interno di una comunità scientifica	Articolazione (Cowan et al, 2000; Hakanson, 2007)	Replicazione (Kogut and Zander, 1993; Zollo and Winter, 2002)
Tra comunità scientifiche	Combinazione (Nickerson and Zenger, 2004; Nahapiet and Ghoshal, 1998)	Integrazione (Grant, 1996)

Tabella 1. Tipologie di trasmissione della conoscenza

L'articolazione implica la creazione di conoscenza in quanto permette compiti da svolgere che non potevano essere realizzati in precedenza o non compiuti così bene. Per definizione, l'articolazione porta a un aumento della quantità di conoscenza esplicita a disposizione della comunità. Ma dal momento che l'applicazione di nuove e più esplicite teorie, strumenti e codici crea nuove opportunità di apprendimento esperienziale, l'articolazione aumenta anche le componenti tacite della conoscenza base di una comunità.

La replica, la duplicazione o la riproduzione di capacità organizzative, è un presupposto per la crescita e, quindi, un processo di business fondamentale. Come l'articolazione è un'attività che si svolge all'interno delle comunità epistemiche. A volte, il trasferimento e la replicazione delle capacità può essere raggiunto attraverso la semplice trasmissione di un artefatto o un insieme di progetti, ma il trasferimento di tecnologie meno codificate possono esigere l'impegno faccia a faccia con il partner per lo scambio.

L'integrazione delle conoscenze tra comunità epistemiche coinvolge un processo in cui la prospettiva di un'altra comunità può essere presa in considerazione come parte di conoscenza, dato che prevede il coordinamento tra le comunità epistemiche, tra gli esperti con diverse teorie, codici e strumenti, così come diversi sistemi di valori e obiettivi. Dunque è decisamente diversa da quello di trasmettere, o replicare le conoscenze all'interno di tali comunità, è spesso difficile o impossibile ottenere i dispositivi necessari.

La combinazione è la creazione di nuove configurazioni di conoscenza provenienti da diverse aree disciplinari e funzionale. L'articolazione e la comprensione teorica migliorata rendono possibile lo sviluppo di regole di progettazione in grado di fornire interfacce ben definite tra le comunità epistemiche. Questo facilita la specializzazione del lavoro cognitivo e aumenta la possibilità di combinazioni di conoscenza attraverso il semplice trasferimento al di là dei confini epistemici di artefatti fisici, come schemi o componenti.

I concetti di teorie, codici e strumenti che i membri di una comunità condividono corrispondono in un'azienda a cultura organizzativa, vocabolario comune e oggetti di contorno (organizational culture, common vocabulary, and boundary objects).

2.2. I processi di creazione della “conoscenza” scientifica

2.2.1 La ricerca scientifica

La ricerca scientifica ha come obiettivo quello di creare nuova conoscenza e si distingue da qualsiasi altra attività di pensiero grazie al metodo di indagine che essa utilizza. Il termine “scienza” indica il sapere inteso come insieme organico di conoscenze correlate in modo logico. Si riferisce ad un tipo di conoscenza che ha in sé il metodo per verificare gli enunciati in modo da garantire la propria validità. Come tale, la scienza rappresenta il grado massimo della certezza ed è l'opposto dell'opinione che, invece, caratterizza l'assenza di garanzie. Il metodo è caratterizzato, da una parte dall'osservazione e dall'esperimento, da cui si giunge a dati empirici e misurabili; dall'altra dalla formulazione di ipotesi e teorie che devono essere verificate con l'esperimento. Lo scienziato, così come l'uomo comune nella sua esperienza quotidiana, ha generalmente davanti a sé un numero finito di osservazioni, o esperienze, singole ed isolate fra loro: oggetti ed eventi della vita quotidiana o risultati di laboratorio, ottenuti talora mediante sofisticate procedure.

La scienza dei secoli XVII-XVIII credeva di poter trarre direttamente dall'esperienza la prova delle conclusioni raggiunte. Il metodo sperimentale,

introdotto da Galileo, costituiva non solo uno strumento di indagine, ma anche uno strumento di giustificazione razionale dei risultati. Tale metodo poggiava, più o meno esplicitamente, su due grossi assunti: la causalità e l'uniformità della natura. La causalità sembrava indispensabile per autorizzare il passaggio da leggi generali ai fatti sperimentali e poi di nuovo da questi ultimi alle leggi. L'uniformità della natura sembrava indispensabile per garantire una conoscenza che permettesse di trascorrere il piano effimero del presente nella previsione di eventi futuri.

Con Galileo e con Newton si afferma un ideale di razionalità scientifica che privilegia in eguale misura lo strumento matematico ed il fattore empirico-sperimentale. Il compito della scienza si configura quindi come spiegazione dei fenomeni mediante la costruzione di una teoria matematica, dalla quale possa essere dedotto, anche attraverso una lunga catena di implicazioni, il comportamento dei fenomeni stessi. Lo strumento matematico permette di conseguire quel rigore, univocità ed esattezza, che solo gli aspetti quantitativi dei fenomeni possiedono. Ma il processo di generalizzazioni sempre più ampie e di astrazioni matematiche non deve perdere il contatto con il piano empirico dell'osservazione: una teoria non ha valore scientifico senza un'adeguata verifica sperimentale. Grande cura perciò è rivolta alla programmazione degli esperimenti ed alla costruzione di strumenti idonei, sempre più precisi e potenti, nonché all'esattezza delle rilevazioni empiriche e delle misurazioni.

È necessario, forse, più nella pratica sperimentale ricercare le caratteristiche logiche e strutturali di quel metodo scientifico che spesso è indicato come metodo ipotetico-deduttivo, e che costituisce ancor oggi, sia pure con le dovute integrazioni matematico-probabilistiche, uno dei principali modelli di ragionamento induttivo della metodologia scientifica. Il metodo ipotetico-deduttivo svolge un doppio ruolo: da un lato, costituisce il metodo di prova a cui è necessario ricorrere quando, per la complessità e per la compresenza di molte cause, appare opportuno procedere attraverso l'assunzione di ipotesi; dall'altro, costituisce il metodo peculiare dei livelli più alti della conoscenza, quando, ad

esempio, dal piano più basso della generalizzazione empirica ci si eleva verso ipotesi esplicative di più ampia estensione e di maggior grado di astrazione.

Nel suo desiderio di una sempre maggiore comprensione dei fenomeni, la scienza si è volta a cercare spiegazioni di quelle regolarità già espresse nelle leggi empiriche, giungendo ad elaborare teorie che permettessero di raccogliere e spiegare una gran quantità di leggi empiriche qualitativamente differenti, unificando campi di fenomeni molto dissimili tra loro.

Il momento nascente di un'indagine scientifica, l'emergere dell'interesse per un dato problema, è in genere poco documentato dagli scienziati. Nel momento in cui una generica situazione problematica, qualcosa "che non torna" si fa problema scientifico e dunque si intravede una possibile via di superamento del "disagio cognitivo" da quella stessa situazione originato, il problema è già istituito in vista di una sua possibile soluzione, è già il risultato intermedio di un processo di scelta scientifica. Al problem solving fanno infatti da sfondo logico-procedurale un problem finding, un problem setting e un problem choosing. Un problema d'indagine scientifica per soddisfare le condizioni del metodo scientifico è necessario che sia collegato a qualche ipotesi.

Il problema non si impone al ricercatore in quanto tale già chiaro e definito, ma anzi si genera all'interno di una più complessa situazione problematica che va sciolta con un lavoro di reciproco rinvio di osservazioni e di ipotesi, di aspettative teoriche e quadri categoriali.

Un ampio dibattito letterario ha riguardato le opzioni metodologiche più adeguate ad affrontare le tematiche di ricerca che caratterizzano queste discipline, ed in particolare la scelta tra metodi "quantitativi" (ad esempio survey, esperimenti, etc.) e metodi "qualitativi" (ad esempio casi di studio, grounded theory, etc.). Quale metodologia risulta più efficace? Quali sono i criteri da seguire ed i fattori da considerare nella scelta metodologica e nell'impostazione del disegno della ricerca? Queste scelte vanno ponderate considerando la coerenza con l'approccio epistemologico di riferimento, gli

obiettivi della ricerca (in termini di contributo alla letteratura esistente), il tipo di domanda di ricerca e le caratteristiche del fenomeno investigato.

Riprendendo le considerazioni epistemologiche precedentemente espresse e facendo in particolare riferimento alla tradizionale contrapposizione tra studiosi “qualitativi” e “quantitativi”, è possibile affermare che, in realtà, tale contrapposizione sia in larga parte riconducibile a differenti “visioni del mondo”, piuttosto che a determinate scelte metodologiche.

Considerando inoltre i più recenti sviluppi di alcune di queste metodologie (in particolare dei casi di studio) appare evidente come non solo determinati strumenti possano essere utilizzati anche alla luce di diverse epistemologie, ma in alcuni casi sia addirittura consigliabile integrare tecniche quantitative e qualitative in un unico disegno di ricerca (Meredith, 1998). Un approccio integrato permette infatti di sfruttare le complementari potenzialità di queste tecniche, superando i limiti intrinseci a ciascuna di esse (Lee, 2001; Gable, 1994). Alla luce di queste considerazioni, dunque, se da un lato le proposte di integrazione di diversi paradigmi epistemologici continuano a destare un acceso e probabilmente insanabile dibattito tra gli studiosi, dall’altro la possibilità di integrare metodi qualitativi e quantitativi in un unico disegno di ricerca, rimanendo all’interno di un singolo paradigma epistemologico di riferimento, appare una prospettiva fattibile e potenzialmente promettente. Da queste preliminari considerazioni, dunque, risulta evidente come non solo la definizione della metodologia e degli strumenti, ma più in generale l’intera impostazione del disegno della ricerca debbano necessariamente essere ponderati considerando innanzitutto la loro compatibilità con l’epistemologia di riferimento. Queste valutazioni hanno pertanto guidato l’impostazione e la conduzione di questa ricerca, che facendo riferimento prevalentemente ad un approccio epistemologico positivista, si è avvalsa della tecnica dei casi di studio, cercando di integrare evidenze qualitative e quantitative, in un unico disegno della ricerca coerente con l’epistemologia di riferimento.

Della ricerca si potrebbero fornire tipologie svariate in funzione di diversi criteri. Ogni strategia ha vantaggi e svantaggi, ciò dipende da tre condizioni:

- 1) il tipo di research question;
- 2) il controllo che un ricercatore ha sugli attuali eventi comportamentali;
- 3) l'accento sul contemporaneo rispetto ai fenomeni storici.

La distinzione fondamentale ricorrentemente proposta fra tipi di indagine è a carattere dicotomico: studi descrittivi e studi esplicativo/verificativi o analitici. Nel primo caso l'obiettivo cognitivo viene precisato nell'esplorazione o descrizione di un dato fenomeno misurandone uno o più variabili; l'intento di un'indagine dell'altro tipo si precisa invece nella ricerca di una spiegazione, nel dar conto di un fenomeno già noto o sufficientemente descritto nelle sue principali caratteristiche, alla ricerca di variabili indipendenti, individuandone le cause o comunque inferendone l'accadimento da leggi o teorie.

Tra gli studi analitici si individuano:

- **Ricerca analitico-concettuale.** Il fine di questa tipologia di ricerca è quello di aggiungere nuove conoscenze sui problemi tradizionali per mezzo della rilevazione di relazioni tra le variabili in gioco preservando la coerenza interna nella definizione della teorie; e in genere può utilizzare case studies per illustrare queste concettualizzazioni. Secondo questa metodologia un possibile approccio può essere rappresentato dalla modellazione concettuale. Viene formulato un modello, ovvero una riproduzione concettuale (spesso una semplificazione) del mondo reale o di una sua parte, capace di spiegarne il funzionamento.
- **Ricerca analitica matematica.** Lo scopo di questo approccio è quello di sviluppare correlazioni tra concetti attraverso l'utilizzo degli strumenti della matematica. Un modello matematico è spesso costruito con l'obiettivo di fornire previsioni sullo stato futuro di un fenomeno o di un sistema fisico. Spesso i termini modello e sistema sono interscambiabili dal punto di vista matematico-formale.

Generalmente, il modello fornisce la descrizione della probabile evoluzione di un fenomeno o di un sistema fisico sulla base di dati iniziali, che rappresentano le condizioni iniziali, forniti dall'utente restituendo dei dati finali. Spesso i modelli matematici sono strettamente necessari in macrosistemi a molti gradi di libertà, come ad esempio un sistema economico, in cui risulta impossibile lo studio del sistema riproducendolo in laboratorio. Questo può essere un approccio tipico della ricerca operativa, costituendo un approccio scientifico alla risoluzione di problemi complessi, affrontando un problema del mondo reale attraverso la formalizzazione di tale problema in un modello matematico.

- **Ricerca analitica statistica.** Questa sottocategoria integra modelli logico/matematici tipici della ricerca analitica e modelli statistici dell'approccio empirico in una singola teoria. La ricerca di analisi statistica è diversa dal metodo di analisi matematica in quanto i suoi modelli sono sviluppati esplicitamente per futuri test statistici empirici. In sintesi, lo scopo della ricerca di analisi statistica è quello di fornire modelli integrati per l'indagine empirica.

Mentre tra gli studi descrittivi essenzialmente empirici si individuano altre sub categorie:

- **Ricerca empirica sperimentale.** Questa forma di ricerca empirica, chiamata anche "field experiment", si basa sull'investigazione delle relazioni tra variabili direttamente controllabili e manipolabili e l'effetto generato su specifiche variabili dipendenti. Poiché la manipolazione diretta delle variabili di trattamento provoca effetti diretti sulle variabili dipendenti, questa categoria di ricerca è la più vicina a dimostrare la causalità tra le variabili. Tuttavia, è di difficile attuazione in ambito aziendale in quanto l'ambiente dovrebbe essere chiuso per evitare "effetti di contaminazione".

- **Ricerca empirico/statistica.** Questa sottocategoria di ricerca ha lo scopo di verificare empiricamente le relazioni teoriche in campioni più o meno grandi di imprese del mondo reale. Vengono utilizzati degli approcci quali-quantitativi che si basano sull'utilizzo di sistemi di raccolta dati che possono essere più o meno strutturati. Un esempio di ricerca in questo senso potrebbe essere lo studio degli effetti delle strategie di produzione sulle performance produttive attraverso lo studio di dati statistici, storici, l'utilizzo di panel di esperti o l'applicazione del Metodo Delphi, utilizzando gli strumenti tipici della statistica.
- **Case study.** Tale approccio è un'indagine empirica che indaga su un fenomeno contemporaneo nel suo reale contesto quando i confini tra fenomeno e contesto non sono chiaramente evidenti e nei quali sono usati una molteplicità di risorse e prove.

2.2 Il contributo alla teoria

Gli obiettivi di una ricerca, in termini di contributo alla teoria, possono essere diversi: *esplorazione*, *theory building*, *theory extension* e *theory testing*. Le scelte metodologiche, pertanto, devono valutare gli strumenti più efficaci al raggiungimento di questi obiettivi differenti. La ricerca attraverso i casi di studio, sebbene possa essere utilizzata per l'insieme di questi scopi (Voss et al., 2002), ha le sue applicazioni più significative nell'indagine preliminare di determinati fenomeni (*esplorazione*) e nello studio di nuovi costrutti e nuove relazioni: *theory building* (Eisenhardt, 1989; McCutcheon e Meredith, 1993; Meredith, 1998). La *case-based research* è infatti un potente strumento per generare idee nuove e creative, sviluppare nuove proposizioni teoriche, ed ha una grande validità dal punto di vista delle implicazioni manageriali (Voss, et al, 2002). L'applicazione dei casi di studio per il test di determinate teorie risulta invece meno diffusa e richiede generalmente l'utilizzo congiunto di survey e tecniche quantitative di analisi dei dati (Gable, 1994). L'impostazione di un disegno della ricerca su un

determinato argomento deve dunque considerare il livello di sviluppo delle teorie di riferimento e il contributo che si intende fornire alla letteratura (Stuart et al., 2002).

Come detto in precedenza la ricerca scientifica offre diverse strategie, modi ed approcci in base allo scopo e all'oggetto d'indagine. Sono presentati di seguito ricerche tradizionali e innovative.

- ***Theory-building research & fact-finding research***

La theory-building è importante perché fornisce una struttura di analisi, facilita un efficiente sviluppo del campo, ed è necessaria per l'applicabilità a problemi pratici e reali. La teoria si basa su quattro criteri: definizioni concettuali, limitazioni di dominio, costruire relazioni, e previsioni. Per generare una buona teoria, essa dovrebbe seguire le virtù (criteri) della "buona" teoria, includendo unicità, parsimonia, conservazione, generalizzabilità, fecondità, coerenza interna, rischiosità empirica, e astrazione, che si applicano a tutti i metodi di ricerca. La theory-building research cerca di trovare somiglianze tra molti domini differenti per migliorare il suo livello di astrazioni e la sua importanza. La procedura per una "buona" theory-building research segue la definizione di teoria: definisce le variabili, specifica il dominio, costruisce relazioni internamente consistenti, fa previsioni specifiche. I due obiettivi generali della ricerca sono la costruzione di una teoria (theory-building) e l'accertamento dei fatti (fact-finding). La differenza tra questi due obiettivi si fonda sullo scopo della ricerca. Lo scopo di una "buona" theory-building research è quello di costruire un insieme integrato di conoscenze per essere applicato in molte istanze illustrando chi, cosa, quando, dove, come e perché certi fenomeni si verificheranno. D'altra parte, lo scopo di una "buona" fact-finding research è quello di costruire un lessico di fatti che sono raccolte sotto specifiche condizioni. Entrambi i tipi di ricerca di solito includono la raccolta dei dati e la stima empirica. Comunque il contrasto tra i due scopi proviene da due aree: come e quando le previsioni sono fatte a priori; e come i risultati sono integrati con altri studi.

Innanzitutto, la *theory-building research* definisce attentamente i concetti, stabilisce il dominio, spiega come e perché le relazioni esistono, e poi prevede il verificarsi di fenomeni specifici. Dopo la previsione, raccoglie la prova per vedere se il fenomeno si verifica. La *fact-finding research* definisce anch'essa attentamente i concetti e stabilisce i domini, poi usa la prova per scoprire se esistono relazioni. In seguito, spiega come e perché il fenomeno specifico si verifica. Serve a fornire un terreno fertile per le successive nuove *theory-building*.

Un secondo contrasto è il grado di integrazione dei risultati con altri studi, che ha due dimensioni: l'integrazione interna di tutti i dati empirici e l'integrazione dei risultati con altri studi. Le prove empiriche usate nella *theory-building research* evidenziano le sottili somiglianze sistematiche tra tutti i dati per aumentare il livello di astrazione della teoria. La sequenza di test empirici hanno lo scopo di costruire una singola teoria integrata per spiegare tutti i dati. Quando i test non supportano la teoria, la *theory-building research* esamina la teoria per integrare nuovi fattori con lo scopo di aumentare il livello di astrazione. Al contrario, la *fact-finding research* accentua e spiega le differenze descrittive nei dati, ma poiché le spiegazioni non sono specificatamente testate, ogni inferenza e/o conclusione è ingannevole.

- ***Survey research***

La *survey research*, come gli altri tipi di campi di studio, può contribuire alla crescita della conoscenza scientifica in modi diversi. Di conseguenza, i ricercatori spesso distinguono tra *survey research* esplorativa, confermativa (*theory testing*) e descrittiva:

- esplorativa, si verifica durante i primi stadi di ricerca in un fenomeno, quando l'obiettivo è di ottenere preliminarmente una visione su un argomento, e fornire le basi per un sondaggio più approfondito. Solitamente non c'è un modello, e i concetti di interesse hanno bisogno di essere capiti e misurati. Negli stadi preliminari, la *survey research* esplorativa può aiutare a determinare i concetti da misurare in relazione al fenomeno di interesse,

come misurarli al meglio, e come scoprire nuove facce del fenomeno di studio. Conseguentemente, può aiutare a scoprire o fornire preliminarmente l'evidenza di associazioni tra i concetti. Poi di nuovo, può aiutare a esplorare il confine valido di una teoria. Alcune volte questo tipo di indagine è effettuata usando dati raccolti in studi precedenti.

- confermativa (o testing theory o esplicativa), viene effettuata quando la conoscenza di un fenomeno è stata articolata in una forma teorica usando concetti ben definiti, modelli e proposizioni. In questo caso, la raccolta di dati è effettuata con lo scopo specifico di verificare l'adeguatezza dei concetti sviluppati in relazione al fenomeno, ai collegamenti ipotizzati tra i concetti, e al confine di validità dei modelli. Corrispondentemente, tutte le fonti di errore devono essere considerate attentamente.
- descrittiva, si rivolge a capire la rilevanza di un certo problema e a descrivere la distribuzione del fenomeno in una popolazione. Il suo scopo principale non è lo sviluppo della teoria, tuttavia attraverso i fatti descritti può fornire suggerimenti utili per costruire teorie e per raffinarle.

La verifica della teoria nella survey research è un lungo processo che presuppone la pre-esistenza di un modello teorico. Essa include un numero di sotto-processi correlati: il processo di traslare il dominio teorico in quello empirico; i processi di progettazione e verifica sperimentale; il processo di raccolta dei dati per la verifica della teoria; il processo di analisi dei dati; ed i processi di interpretazione dei risultati e di stesura di un report.

Una volta che sono stati articolati i costrutti, le loro relazioni e le loro condizioni di margine, allora le proposizioni che specificano le relazioni tra i costrutti devono essere traslate in ipotesi e collegate agli indicatori empirici. Un'ipotesi è una relazione logicamente congetturata tra due o più variabili (misure) espresse nella forma di affermazioni testabili.

La pianificazione attenta del processo di verifica è cruciale per prevenire i problemi e assicurare la qualità del processo di ricerca. Per questa ragione la fase

di progettazione dovrebbe essere molto dettagliata, e seguita da una fase di verifica sperimentale con lo scopo di garantire che la strumentazione del sondaggio e le procedure siano adeguate.

Per fare un buon sondaggio per la raccolta dei dati, bisogna definire alcuni parametri: il campionamento, la struttura della popolazione, progettazione del campione e misura del campione.

I dati possono essere raccolti in differenti modi, in diversi ambienti, e da differenti fonti. Nella survey research, i metodi principali usati per raccogliere i dati sono interviste e questionari. Le interviste possono essere strutturate o non strutturate, possono essere condotte faccia a faccia o per telefono. I questionari possono essere somministrati personalmente, per telefono o email ai convenuti. Una delle caratteristiche principali del sondaggio è che esso si affida a strumenti strutturati per raccogliere informazioni.

L'analisi dei dati può essere schematicamente divisa in due fasi: un'analisi dei dati preliminare e la verifica delle ipotesi. L'obiettivo è di fornire alcune informazioni per completare la panoramica del processo di verifica della teoria nella survey research. Per acquisire la conoscenza delle caratteristiche e la proprietà dei dati raccolti alcune analisi dei dati preliminari sono solitamente svolte prima di compiere valutazione di qualità delle misure o di condurre verifiche di ipotesi. Effettuare tali analisi prima di verificare la qualità delle misure fornisce indicazioni di quanto siano state fatte bene la codifica e l'accesso ai dati, di quanto sia buona la gamma, e se c'è un sospetto di validità povera di contenuti o errore sistematico. Prima di testare le ipotesi, è utile controllare le assunzioni sottostanti alle verifiche, e avere un riscontro per i dati in modo da interpretare i risultati delle verifiche migliori. La scelta e l'applicazione di una appropriata verifica statistica è solo un passo nell'analisi dei dati per la verifica della teoria. In aggiunta, dovrebbero essere interpretate i risultati delle verifiche statistiche. Quando si interpretano i risultati il ricercatore sposta il dominio da quello empirico a quello teorico.

Il ricercatore dovrebbe essere abile ad eseguire una survey research che soddisferà le caratteristiche principali di un progetto di ricerca scientifica che sono: finalità, rigore, testabilità, replicabilità, precisione e fiducia, oggettività, generalizzabilità, parsimonia.

- ***Theory-driven empirical research***

Per comprendere l'emergere di questo nuovo approccio alla ricerca bisogna identificare i seguenti punti:

1) Identificare l'obiettivo fondamentale della ricerca.

L'obiettivo fondamentale di ogni ricercatore è quello di creare conoscenza. Per conoscenza intendiamo informazioni strutturate, subito accessibili e di lunga durata. Inoltre, questa conoscenza dovrebbe essere semplice, concisa e utile. Questa conoscenza dovrebbe permettere ai ricercatori di spiegare le cose complesse o dimostrare ciò che non è intuitivo. Infine, la sfida della generazione di conoscenza può essere meglio descritta come una ricerca per trovare qualcosa di nuovo. Questa sfida è estremamente impegnativa perché la generazione di conoscenza è molto dinamica.

2) Natura dinamica della ricerca.

Determinata da diversi motivi, alcuni dei quali comprendono cambiamenti nelle tecnologie (sia dell'hardware e nel software) e l'emergere di nuovi problemi.

Theory-driven empirical research: è un approccio alla ricerca spinto a fornire migliori intuizioni e comprensione di questi problemi tramite l'uso di dati empirici per costruire e sviluppare teorie migliori. Perciò i ricercatori iniziano a sviluppare una teoria che può essere ben definita ed esplicita o implicita e più di un'idea, come paragonata ad un'affermazione o struttura formale. Il ricercatore usa i dati per costruire ulteriormente, verificare e modificare la teoria. Le teorie o le idee per loro possono venire da un gran numero di fonti. Esse possono essere basate su estensioni di ricerche passate; possono essere derivate dalla logica o addirittura da un evento inaspettato (serendipity). In quest'approccio sia la teoria che i dati sono parte di un processo in cui l'uno non può esistere senza

l'altro. Con la theory-driven empirical research, le teorie sono viste essenzialmente come "work in process". Esse sono state costantemente ridefinite e cambiate con caratteristiche che sono aggiunte e tolte in base a come il ricercatore interagisce con i dati empirici. Il risultato di questa interazione in corso è una teoria migliorata.

Perché focalizzarsi sulla teoria? Per prima cosa, una teoria fornisce una struttura per i dati. I dati, quando vengono presi dal campo (come si fa con i dati empirici), non hanno struttura. Spesso il ricercatore non sa la sequenza in cui le attività prendono posto. Non si identificano quali fattori sono influenzati da altri. Certamente, i dati mostrano semplicemente che qualcosa è accaduto. Per dare senso a dati bisogna convertirli in informazione e per fare questo dobbiamo coniugare la struttura e i dati. Occorre identificare sequenze, costrutti e relazioni. Le sequenze descrivono l'ordine nel quale i fattori si presentano; i costrutti descrivono concetti o fattori che non possono essere osservati direttamente ma che, tuttavia, sono importanti perché identificano qualcosa che è comune ad entrambi o unisce un insieme di variabili osservate. Un altro motivo, per cui la teoria è importante, è che essa aiuta il ricercatore ad identificare quelle parti del pensiero corrente che sono non chiare, incomplete o il soggetto di un paradosso. Inoltre, la teoria facilita la comprensione di eventi e schemi che si verificano nella gestione delle operazioni, non solo per gli altri ricercatori ma anche per gli studenti e per i manager professionisti. Per molti ricercatori è importante riconoscere l'accettabilità e la desiderabilità di collegare il processo della costruzione di teoria alla ricerca empirica.

La theory-driven empirical research sta diventando sempre più importante nel corso del tempo. Questa importanza è dovuta al fatto che non è più adeguato fornire semplicemente la risposta. Ora, l'esigenza è la comprensione e la scoperta del "perché degli eventi".

2.2.3 La qualità della progettazione della ricerca

Tutti gli studi di natura “esplicativa” (explanatory) devono tuttavia considerare il rispetto di 4 condizioni fondamentali legate alla validità e affidabilità della ricerca (Cook e Campbell, 1979; Corbetta, 1999):

- a) Validità dei costrutti;
- b) Validità interna;
- c) Validità esterna;
- d) Affidabilità.

a) La validità dei costrutti

Il primo criterio riguarda la corretta operazionalizzazione dei costrutti. La *Construct Validity* rappresenta il grado in cui le misure adottate sono efficaci nel valutare i costrutti sottostanti (Cook e Campbell, 1979; Corbetta, 1999). Per raggiungere questo obiettivo lo studio dei casi deve prevedere molteplici fonti di informazioni (questionari, interviste, documenti aziendali, osservazioni, etc.), stabilire una catena delle evidenze che leghi la domanda di ricerca ai risultati finali (che permetta ad un osservatore esterno di seguire il flusso logico della ricerca e comprendere la sequenza che lega l’obiettivo del lavoro, il protocollo della ricerca ed i risultati finali) ed infine pianificare una revisione finale dei risultati della ricerca con gli informatori chiave (Yin, 1994 e 2003; Stuart et al., 2002; Riege, 2003).

b) La validità interna

Il secondo criterio fa riferimento al livello di sicurezza con cui si può affermare che esiste una relazione causale tra diversi costrutti. L’*Internal Validity* permette dunque di stabilire con certezza quando alcuni fattori ne determinano altri, eliminando le relazioni “spurie” tra questi costrutti (Cook e Campbell, 1979; Corbetta, 1999). Nello studio dei casi queste condizioni vengono realizzate ricorrendo ad specifiche tecniche di selezione dei casi ed analisi delle evidenze. La più importante di queste prevede il ricorso alle logiche di *Theoretical*

Replication per la selezione delle osservazioni: questa prevede la osservazioni con caratteristiche diverse, sotto l'ipotesi di ottenere risultati contrastanti, riconducibili a queste differenze (Yin, 2003).

Sulla base di questo tipo di campionamento, la successiva analisi delle evidenze prevede il confronto degli andamenti delle variabili (dipendenti o indipendenti) riscontrati in ciascuna di queste osservazioni: *pattern matching* (Yin, 1994 e 2003; Stuart et al., 2002). In questo processo l'utilizzo di grafici e illustrazioni può supportare il lavoro di analisi e di spiegazione dei risultati (Riege, 2003).

c) La validità esterna

Il terzo criterio è legato alla definizione dell'ambito all'interno del quale possono essere applicati i risultati della ricerca. L'*External Validity* stabilisce dunque i limiti di generalizzabilità dei risultati (Cook e Campbell, 1979; Corbetta, 1999). L'obiettivo dei casi studio è quello di arrivare a generalizzazioni analitiche, piuttosto che a generalizzazioni statistiche. Questo deve avvenire seguendo logiche completamente diverse dalla "selezione casuale", che è alla base delle indagini statistiche. I criteri di campionamento devono essere basati su premesse teoriche, seguendo una logica di replicazione simile a quella utilizzata nelle ricerche sperimentali (Yin, 1994 e 2003; Stuart et al., 2002; Riege, 2003). Le logiche di campionamento che contribuiscono alla validità esterna dello studio fanno invece riferimento alla cosiddetta *Literal Replication*:

l'analisi di casi di studio (osservazioni) con caratteristiche diverse, ma che per ipotesi vengono considerate influenti e dunque con il presupposto di ottenere gli stessi risultati (Yin, 2003).

In questo lavoro la *Literal Replication* è stata realizzata replicando lo studio in contesti differenti, per diversi progetti di sviluppo. Le stesse procedure di *Theoretical Replication* sono dunque state ripetute per selezionare casi di sviluppo componente in altri progetti di sviluppo, per verificare l'ipotesi che, anche in contesti differenti, componenti con diverse caratteristiche di innovatività e centralità presentano dinamiche diverse di integrazione dei

fornitori. L'obiettivo era dunque quello di studiare (ed eventualmente isolare) gli effetti dei fattori contestuali, legati ai progetti e alle organizzazioni.

d) L'affidabilità

L'ultimo criterio infine garantisce che le procedure e le analisi realizzate possano essere ripetute, con gli stessi risultati. La *Reliability* deve far sì che una ricerca successiva, che utilizzi le stesse procedure ed indaghi gli stessi casi, arrivi alle medesime conclusioni (Cook e Campbell, 1979; Corbetta, 1999). Le tecniche per raggiungere questi obiettivi nell'ambito dei casi di studio sono: la formalizzazione e la descrizione dettagliata del protocollo di ricerca (con obiettivi, strumenti, procedure, pianificazione temporale, etc.) e la creazione di un database contenente tutte le informazioni ed i dati raccolti nel corso dello studio (Yin, 1994 e 2003; Stuart et al., 2002; Riege, 2003). In questo studio la formalizzazione di un preciso protocollo di ricerca (nei paragrafi successivi saranno descritti nel dettaglio gli strumenti, le procedure e la pianificazione temporale) è stato il risultato di una indagine esplorativa preliminare. I dati quantitativi raccolti sono stati inseriti in un database finale, mentre tutte le informazioni qualitative ottenute attraverso interviste semi-strutturate sono state trascritte e conservate.

2.2.4 La validità e l'affidabilità della ricerca

Sulla base dei 4 criteri di validità e affidabilità individuati e considerando le indicazioni fornite dalla letteratura metodologica sui casi studio, i paragrafi successivi hanno l'obiettivo di spiegare nel dettaglio in che modo si sia cercato di rispettare tali indicazioni nel corso di questo lavoro, attraverso la descrizione dell'impostazione del disegno della ricerca e delle tecniche utilizzate per la raccolta e l'analisi dei dati. La Tabella 2 riassume i principali criteri seguiti

. Criterio	Tecniche impiegate
Validità dei costrutti	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizzo di diverse fonti di informazioni (questionario, interviste approfondite, fonti secondarie) • Triangolazione delle informazioni • Definizione di una catena di evidenze tra domanda di ricerca e risultati finali • Revisione finale dei risultati con gli informatori chiave
Validità interna	<ul style="list-style-type: none"> • Procedure di selezione delle osservazioni • Pattern Matching • Utilizzo di grafici e illustrazioni nel corso dell'analisi dei dati
Validità esterna	<ul style="list-style-type: none"> • Replicazione dello studio • Definizione dello <i>scope</i> e dei confini della ricerca
Affidabilità	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione di un protocollo di indagine • Creazione di un database di tutte le informazioni

Tabella 1: Criteri di validità della ricerca scientifica

2.2.5 Le fasi della ricerca scientifica

Una ricerca attraverso i casi di studio deve essere realizzata considerando le 5 fasi schematizzate nel modello di Stuart et al. (2002). Il modello proposto dagli autori esamina il processo di ricerca, dalle premesse teoriche (definizione della domanda di ricerca, degli obiettivi del lavoro e del contributo alla letteratura esistente) fino ad arrivare alla presentazione finale dei risultati, passando attraverso lo sviluppo degli strumenti (definizione del disegno della ricerca, campo di indagine, strumenti e protocollo di indagine) e la descrizione delle tecniche di raccolta e analisi dei dati. Pur riconoscendo l'importanza delle 5 fasi precedentemente descritte, tuttavia, un'indagine attraverso i casi studio difficilmente potrà essere realizzata seguendo un'impostazione strettamente lineare. Dubois e Gadde (2002), ad esempio, sottolineano l'importanza di usare un framework rigido, ma allo stesso tempo flessibile, nel corso del processo di indagine. La rigidità deve riguardare il grado in cui il ricercatore ha articolato le sue idee e deve essere di aiuto e guida durante l'avvio dell'indagine empirica. La flessibilità, al contrario, deve garantire l'evoluzione del framework durante lo

sviluppo dello studio sul campo. Sulla base delle prime evidenze, dunque il ricercatore deve essere abile nel modificare, se necessario, il proprio framework di riferimento, rivedendo i costrutti e le relazioni teorizzate in precedenza. Il processo di costruzione e sviluppo teorico deve avvenire attraverso cicli ricorsivi di iterazioni tra i dati, le evidenze emergenti e la letteratura (Eisenhardt e Graebner, 2007). Il bisogno di flessibilità non deve tuttavia indebolire il rigore con cui devono essere definite e seguite le procedure di indagine (Yin, 2003).

2.3 Processi collaborativi di condivisione della conoscenza nelle comunità scientifiche

Nell'ambito della comunità scientifica incentrata sulla produzione collaborativa di nuova conoscenza, un problema attualmente affrontato a causa della crescita dei centri di ricerca, delle distanze fisiche tra loro e delle nuove aree di conoscenza che sono sorte nel campo della scienza, è l'incapacità da parte delle organizzazioni di conoscere le competenze possedute dai loro membri che pregiudica la ricerca multi-disciplinare e la creazione di collettività. La comunità deve avere dei meccanismi per consentire lo scambio di conoscenze, la condivisione di essa e motivare i membri di interagire tra loro. Proprio da questo nasce l'esigenza della mappatura delle competenze all'interno delle comunità scientifiche.

Si intende come conoscenza da condividere: definizioni dei processi scientifici (come le definizioni esperimento), definizioni di modelli, documenti, dati grezzi, i diari di classe, materiale di formazione, call for papers e un certo numero di idee. La mappatura delle competenze facilita, dunque, la condivisione efficiente di conoscenza tra i membri delle organizzazioni, e qualche volta anche con l'esterno. È quindi importante definire cosa si intende per conoscenza scientifica e quali differenze ci sono rispetto alla conoscenza posseduta da un'organizzazione.

Il primo a definire il concetto di conoscenza scientifica fu Socrate, e, per lui, conoscere un soggetto o un concetto consisteva nel "raccogliere i componenti di

una singola cosa, o di una sostanza reale, e unire quelle simili e separare quelle diverse, per formare il concetto o la definizione della singola cosa". In altre parole la conoscenza scientifica è la conoscenza derivante da attività scientifiche, e il suo obiettivo è quello di dimostrare attraverso argomentazioni e discussioni, una possibile soluzione proposta ad un problema, rispetto ad una determinata questione.

Una prima differenza è legata all'analisi dei dati utilizzati e dei processi che portano alla costruzione di conoscenza. Un ambiente imprenditoriale ha solitamente come riferimento dati amministrativi e di produzione derivati da un ben noto processo. Nelle attività scientifiche, invece, i dati sono di solito forniti da simulazioni, esperienze precedenti, calcoli e modelli matematici. Cioè, mentre le attività di un'organizzazione lavorano su dati concessi e facilmente strutturati, le attività scientifiche lavorano, la maggior parte delle volte, con dati più complessi e non strutturati che possono trovarsi in database distribuiti. Dunque le attività eseguite in un contesto d'affari sono ben definite, mentre le attività scientifiche, soprattutto sulla fase di dimostrazione, comprendono sequenze di tentativi proprio perché il dominio d'indagine non è completamente conosciuto o definito. La conoscenza scientifica è costruita gradualmente in base ai risultati di una serie di attività e può essere soggetta a modifiche costanti, che determinano ogni volta la creazione di nuove conoscenze, documenti come rapporti tecnici, capitoli di libri ed articoli per mostrare ipotesi solidificate e nuova conoscenza diffusa. La principale tipologia di conoscenza utilizzata in ambiente scientifico è la conoscenza esternalizzata, e la comunità scientifica si base fortemente su questo tipo di conoscenza.

Un fattore importante per la formazione di conoscenza scientifica, oltre alla raccolta ed analisi dei dati, è la collaborazione. Secondo Schur (1998, la **collaborazione** è l'essenza della scienza perché vi è, a causa dell'unione tra le persone, la possibilità di scambiare conoscenze per l'esecuzione di attività comuni (peer-to-peer collaboration) e la diffusione di una conoscenza acquisita (mentore-studente). È un'interazione cooperativa tra due o più persone che

lavorano insieme per risolvere problemi, creare nuovi prodotti, o apprendere e saper padroneggiare concetti. Dunque, un ruolo importante è ricoperto dalle “interpersonal skills” che includono l’abilità di leggere e governare le emozioni, le motivazioni e i comportamenti propri e degli altri durante un’interazione sociale o proprio in un contesto socio-interattivo.

La collaborazione scientifica continua ad aumentare in frequenza ed importanza. Essa ha il potenziale di risolvere complessi problemi scientifici e promuovere forze politiche, programmi economici e sociali, come la democrazia, lo sviluppo sostenibile, l’integrazione e comprensione culturale. Negli ultimi anni vi è stato un aumento continuo di articoli nati dalla collaborazione di più autori in ogni disciplina scientifica, nonché all’interno e tra i paesi. Inoltre, in generale le pubblicazioni di collaborazioni tra autori sono citate più frequentemente che le pubblicazioni di singoli autori e sempre più spesso, enti pubblici e privati di finanziamento della ricerca richiedono collaborazione interdisciplinare, internazionale ed inter-istituzionale.

Come tema di ricerca, la collaborazione scientifica è discussa in moltissime e diverse discipline, per esempio scienza dell’informazione, psicologia, scienza manageriale, informatica, sociologia, politica di ricerca, filosofia e per ogni altra disciplina nella la quale si verifica una collaborazione scientifica. Infatti, in alcuni casi si sono formate delle comunità specializzate che si concentrano su determinati aspetti della collaborazione relativi al proprio dominio d’indagine. Questa notevole diversità che si ritrova nella ricerca sulla collaborazione scientifica indica che all’interno della letteratura si possono trovare una varietà di terminologie, approcci di ricerca e metodi. La collaborazione scientifica è anche riportata come collaborazione di ricerca, collaborazione R&S, e team scientifico. I termini utilizzati per categorizzare la collaborazione scientifica includono collaborazione università-industria, collaborazione interdisciplinari e multidisciplinari, collaborazione scientifica internazionale, collaborazione intra-disciplinari o disciplinari, collaborazione tra scienza e società, a distanza e collaborazione inter-istituzionale, collaborazione su larga scala, collaborazione

partecipativa o università-comunità. Tuttavia queste categorie non si escludono l'un l'altra.

I metodi studiati per indagare la collaborazione scientifica comprendono bibliometria, interviste, osservazioni, esperimenti controllati, indagini, simulazioni, auto-riflessioni, analisi delle reti sociali e analisi dei documenti.

Questa varietà di terminologia e metodi di ricerca combinata con la diversità di pubblicazioni presenta sfide uniche per comprendere la collaborazione scientifica. I ricercatori metterebbero prevalentemente l'accento sulla ricerca precedente condotta nel loro campo e non potrebbero essere a conoscenza di risultati trovati in altri campi, o potrebbero avere difficoltà nell'interpretazione dei risultati a causa della diversità dei metodi di ricerca utilizzati. Queste sfide, ovviamente, non sono le uniche per quanto riguarda la collaborazione scientifica, tuttavia, sono forse più acute che in altre ricerche o aree per la loro pervasività nell'ambito della ricerca sulla collaborazione scientifica.

Gli scienziati che collaborano possono anche portare ulteriori obiettivi individuali nella collaborazione, infatti gli obiettivi individuali possono influenzare positivamente il costante impegno nella collaborazione da parte dello scienziato e il suo punto di vista su molti aspetti del lavoro.

Le attività nell'ambito della collaborazione scientifica hanno spesso un elevato grado di incertezza, più di quanto non si trovi in genere in altri tipi di lavoro. Infatti nel campo della ricerca scientifica non è solitamente chiaro all'esordio se l'obiettivo può essere raggiunto o quale sia il modo migliore per farlo. Prova ed errore sono parte integrante del processo.

Le attività di ricerca possono essere condivise tra gli scienziati in vari modi. Alcune attività sono divisibili e possono essere eseguite sia in modo sequenziale o contemporaneamente. Altri compiti possono essere congiuntivi, dove tutti devono completare il compito. La collaborazione scientifica si svolge nel più ampio contesto sociale della scienza. Questo contesto include peer review, sistemi di ricompensa, collegi invisibili, paradigmi scientifici, politiche scientifiche nazionali ed internazionali, nonché le norme disciplinari e universitarie. Le

caratteristiche dei vari contesti sono utilizzate per classificare le collaborazioni. Le caratteristiche maggiormente prese in considerazione sono il focus disciplinare, geografico e organizzativo.

Il fatto è che la collaborazione scientifica è un processo sociale, e come tutti i processi sociali, è governato principalmente dalla complessità delle interazioni umane. Di conseguenza è molto difficile l'analisi e la descrizione dei diversi tipi di collaborazione, ma ciò che risulta essere ancora più difficile è quantificare il contributo di ogni singolo collaboratore alla fine del progetto. Alcuni contributi possono essere di grande valore, mentre altri possono essere trascurabili, inoltre la natura e l'importanza del contributo dato può cambiare durante lo svolgimento del progetto di ricerca.

2.4 Approcci alla gestione delle competenze nelle comunità scientifiche

Quello della gestione delle competenze è un problema di fondamentale rilevanza per qualsiasi organizzazione "knowledge intensive" orientata al miglioramento continuo ed allo sviluppo delle competenze individuali ed organizzative. Uno dei contesti applicativi di tali principi che suscita particolare interesse per le sue caratteristiche distintive è proprio il contesto della ricerca scientifica. In particolare, all'interno di una comunità scientifica focalizzata sulla produzione collaborativa di nuova conoscenza, un problema attualmente di fronte è quello di trovare il modo di conoscere le competenze possedute dai suoi membri, al fine di consentire approcci multi-disciplinari di ricerca e la creazione di comunità (Rodrigues et al 2004).

Le competenze di un ricercatore possono essenzialmente identificate nelle seguenti:

Conoscenze specifiche nel dominio di riferimento.

- Pianificare, capacità di identificare e organizzare azioni future tese al raggiungimento di un risultato.

- Gestire un gruppo, capacità di far lavorare insieme, in modo efficace, i componenti di un gruppo.
- Atteggiamento positivo, capacità di considerare gli altri in maniera positiva, cioè competenti e in grado di fare un buon lavoro o di ottenere un buon risultato.
- Attenzione alla reputazione scientifica personale, attenzione ricorrente per la propria reputazione scientifica che si manifesta attraverso l'interesse a pubblicare, a ottenere il riconoscimento della comunità scientifica, ad appartenere ad una élite scientifica.
- Sviluppare i propri collaboratori, capacità di far sviluppare o migliorare le conoscenze e/o abilità dei propri collaboratori.
- Argomentazione persuasiva, capacità di convincere gli altri ad adottare determinati atteggiamenti, opinioni o posizioni.

Un passo fondamentale per lo sviluppo e la gestione delle competenze individuali ed organizzative è rappresentato dal processo di mappatura delle competenze organizzative. Come già sottolineato in precedenza, una mappa delle competenze è una rappresentazione di delle competenze chiave possedute da ogni membro di un'organizzazione (Draganidis e Mentzas 2006) e rappresenta uno strumento prezioso per identificare i membri di un'organizzazione in possesso di competenze per svolgere un compito. Una mappa delle competenze facilita infatti la condivisione efficiente delle conoscenze tra i membri dell'organizzazione (Wexler 2001; Hellstrom e Husted 2004). Un efficace approccio orientato alla gestione delle competenze è fondamentale quindi non solo per le organizzazioni business oriented, ma per qualsiasi organizzazione caratterizzata da un uso intensivo della conoscenza, proprio come le comunità scientifiche. Di solito, i membri delle comunità scientifiche provengono da una varietà di discipline e contesti e spesso non sono a conoscenza di altri ricercatori che lavorano su progetti simili. Di frequente, la collaborazione nella ricerca scientifica avviene soltanto tra gruppi ristretti di persone che lavorano nello stesso gruppo di ricerca e, di fatto, la condivisione delle conoscenze tra i

ricercatori è spesso ridotto agli incontri in occasione di conferenze. In una comunità scientifica, la disponibilità di una mappa delle competenze di ricerca potrebbe consentire di promuovere il confronto e suggerire nuove collaborazioni tra i ricercatori, senza la necessità di comunicazione sincrona e presenza fisica. Oltre agli approcci tradizionali all'identificazione delle competenze già analizzati nel capitolo precedente, negli ultimi anni stanno prendendo piede tecniche innovative per l'identificazione delle competenze. Queste tecniche sono rappresentate essenzialmente da strumenti per estrapolare e raccogliere da testi, documenti, pubblicazioni dati ed informazioni utili per poter identificare le capacità, le conoscenze, e rappresentare un profilo di competenza degli stessi. Considerando che l'output della ricerca scientifica è rappresentato dalle pubblicazioni dei ricercatori su riviste ed atti di conferenza, è facilmente intuibile come questi approcci innovativi all'identificazione delle competenze siano di particolare interesse nell'ambito delle comunità scientifiche. Di conseguenza l'attenzione si sposta su i documenti scientifici, che sono la fonte principale per la diffusione delle conoscenze, e dai quali è possibile rilevare una quantità interessante di informazioni quali lavori e ricerche in corso, risultati ottenuti, idee, ipotesi confermate o associazioni di fatto. Quindi dalle pubblicazioni scientifiche è possibile estrarre la competenza del ricercatore. Le attività di ricerca e sviluppo nel settore del knowledge discovery e data mining riguardano lo studio e la definizione di tecniche, metodi e strumenti per l'estrazione di informazioni utili e non esplicitamente disponibili da grandi volumi di dati. Le tecniche di data mining hanno avuto origine dall'applicazione delle tecniche di analisi statistica e di machine learning per l'estrazione di informazioni da basi di dati. Negli ultimi anni, sono stati sviluppati nuove tecniche e nuovi algoritmi proprio perché si è verificata una crescita esplosiva nelle capacità sia di generare che di collezionare dati. I progressi nella tecnologia di memorizzazione dei dati basati su dispositivi di memoria sempre più veloci e con maggiore capacità ad un costo inferiore, permettono di archiviare questo enorme flusso di dati. Questi volumi di dati chiaramente rendono poco utili i metodi tradizionali di analisi, che

possono creare dei rapporti informativi su tali dati ma non sono in grado di analizzarne il contenuto e focalizzare l'attenzione sulle informazioni interessanti che essi contengono. Esiste, pertanto, una esigenza significativa per una nuova generazione di tecniche e strumenti capaci di assistere gli utenti in modo intelligente ed automatico nell'analizzare queste "montagne" di dati allo scopo di trovare conoscenza utile. Queste tecniche e strumenti sono argomento di studio nel campo "scoperta di conoscenza nelle basi di dati" (Knowledge Discovery in Database, KDD). Diversi ricercatori hanno implementato tecniche di text mining sviluppando diversi modelli relativi all'individuazione di dati specifici e informazioni utili in molti ambiti settoriali.

Vatanen et al. (2008), con l'obiettivo di esaminare attentamente gli interessi scientifici e le relazioni dei partecipanti della conferenza internazionale e interdisciplinare sulla rappresentazione della conoscenza e la conferenza Adaptive Reasoning 2008, hanno sviluppato un ambiente web chiamato SOMPA (Self-Organizing Maps of Papers and Authors). SOMPA è un software con interfaccia basato su web per la raccolta e l'analisi delle informazioni sugli autori e sui loro articoli. Come risultato produce un grafico che contiene mappe e altri grafici a sua volta. Il programma individua ed estrae le parole chiave per gli articoli usando lo strumento di estrazione Likey keyphrase. Le parole chiave sono utilizzate per disegnare una SOM che è l'output finale di SOMPA. Il processo di estrazione risulta essere molto interessante in questo contesto. Più nel dettaglio, SOMPA deve passare attraverso una lunga procedura di pre-elaborazione perché i testi originali sono estratti principalmente dal formato PDF e dunque i file contengono molti elementi che non appartengono al contenuto effettivo. Ogni cosa prima dell' abstract e dopo l'inizio della lista delle reference viene rimosso. Inoltre esistono regole ed algoritmi che rimuovono i riferimenti nel testo, i nomi delle variabili, espressioni non pertinenti e formule matematiche.

Per l'estrazione delle parole chiave dai testi è stato usato lo strumento Likey Keyphrase, esso fornisce la possibilità di estrapolare parole chiave da articoli

scritti in diverse lingue e di estrarre anche frasi chiave. Tuttavia per la costruzione di SOM è necessario estrarre solo parole ed in particolare per ogni articolo sono estratte un centinaio di parole chiave. Dopo l'estrazione si derivano le parole per una migliore corrispondenza tra i documenti, infatti parole che hanno una radice comune, la maggior parte delle volte hanno un anche significato simile. Ciò riduce anche la dimensione della matrice input per SOM. Il peso delle parole è stato calcolato utilizzando il modificato "metodo tf.idf", ed è stata necessaria una pre-elaborazione anche per la matrice. Infatti le parole chiave trovate in un unico articolo sono state banalmente scartate, quelle costituite da un'unica lettera sono state ignorate e quelle costituite da due lettere filtrate, ed infine sono state scansionate le parole chiave nei database per poter ignorare i cognomi degli autori che molto spesso finiscono nella lista. Sono state implementate maggiori proprietà interattive nel SOM. Una caratteristica importante di SOMPA è che utilizza algoritmi grafici base per trovare connessioni tra gli autori. Due autori sono collegati se hanno papers condivisi o sono co-autori, o se i loro co-autori sono collegati in modo ricorsivo. Utilizzando la strumentazione BFS (breadth-first search) modificata hanno determinato la "distanza" tra gli autori nel database ed è stata poi descritta attraverso il numero di Kohonen. Gli autori propongono un miglioramento nell'estrazione delle parole chiave con l'idea di un metodo che sfrutti la struttura del documento scientifico o anche la struttura della frase in lingua inglese.

S. Rodrigues et al. (2004) propongono una tecnica per la creazione di comunità scientifiche web basate sulle competenze degli scienziati. Tali competenze sono identificate utilizzando le pubblicazioni degli scienziati e considerando che un'indicazione possibile per la partecipazione di una persona in una comunità sia la sua conoscenza pubblicata ed il grado di competenza. Il progetto, inoltre, propone una struttura di analisi fornendo una rappresentazione evolutiva della costruzione di conoscenza in una comunità scientifica virtuale. Il loro lavoro si propone di mappare le competenze del ricercatore nelle sue pubblicazioni, utilizzando metodi e tecniche applicati all'area di scoperta della conoscenza a

partire dai testi, ovvero attraverso “test mining”. Più nel dettaglio, nel loro approccio ogni scienziato ha un archivio in cui sono collocati tutte le sue pubblicazioni. Il processo dunque è avviato da questa base di testi, ognuno dei quali è stato memorizzato in un database con una chiave di identificazione. La figura il processo di estrazione delle informazioni testuali

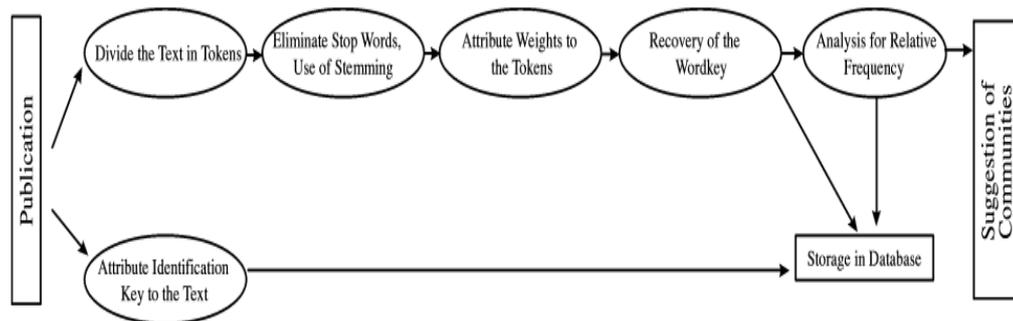


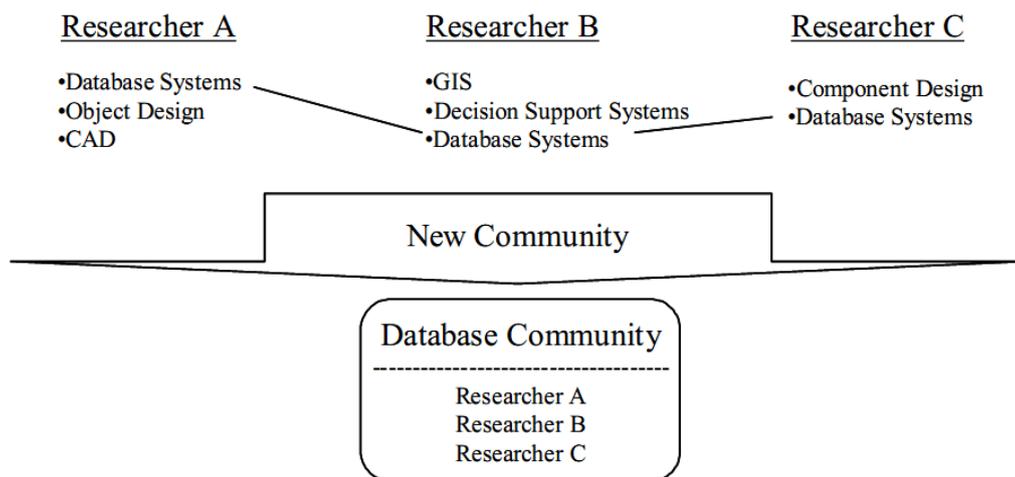
Figura 2: Sistema di recupero di informazioni testuali

Contemporaneamente il testo viene sottoposto ad un algoritmo di generazione “token”, che consiste di regole nell’identificazione di parole. Questa tecnica identifica i “tokens” come stringhe di caratteri alfanumerici senza spazi, che potrebbe includere trattini e lettere accentuate. Pertanto, lo spazio bianco è utilizzato per separare le parole. Dopo la rottura del testo in parole (token), l’algoritmo elimina le parole che non interessano, ovvero le parole di stop (cioè, preposizioni, avverbi, e altri) vedi Figura 3.

Il gruppo di “parole stop” cancellate dai testi viene chiamato lista stop. Quando le “parole stop” vengono rimosse, le parole rimanenti sono considerate filtrate e dovrebbero entrare in un nuovo processo di selezione.

In questa fase, la procedura successiva comprende la creazione di pesi per ogni tipo di parola. Un artificio più semplice è quello di indicare che tutte le parole hanno lo stesso peso, quindi, il grado di rilevanza di ogni segno è dato dalla frequenza di apparizione nel testo. L’alternativa più significativa suggerisce la creazione di un elenco di parole e rispettivi pesi. In questo caso, l’algoritmo token conta la frequenza di apparizione e analizza anche se le parole hanno

recuperato rilevanza nel contesto per il peso definito. È interessante osservare il fatto che una parola che ha una frequenza elevata, non indica necessariamente che sia significativa nel contesto. Nell'approccio descritto non viene utilizzata la metodologia dei pesi, ma una tecnica per misurare la rilevanza di un termine eliminando il suffisso con un'operazione automatica. Eliminando il problema della precisa origine delle parole, gli autori indicano un documento come un vettore di parole o termini. Infatti, come già sottolineato nell'approccio proposto nel precedente paragrafo, solitamente termini con un tronco comune hanno anche un significato analogo. Dopodiché si applica la risultante per contare la presenza di un termine, essi sono legati alla competenza di una persona, e tali competenze ed il loro grado vengono registrati nel database. In seguito dopo l'identificazione e l'analisi dei profili di competenza dei ricercatori, vengono suggeriti loro delle comunità scientifiche. Dunque si verifica la presenza di comunità interessate allo stesso argomento d'indagine, gli ambienti che ricercano un numero di persone con interessi simili per la possibile creazione di una nuova comunità, o si suggeriscono comunità esistenti che corrispondono al profilo di un membro futuro. A seconda del tema, un ricercatore può appartenere a più di una comunità.



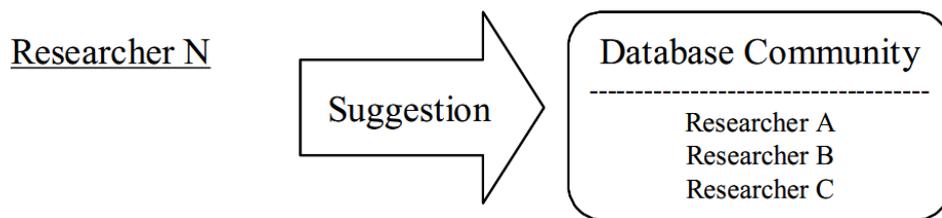


Figura 3: Approccio all'identificazione dei researcher profiles

In seguito gli stessi autori Rodrigues, Oliveira and de Souza ripropongono un approccio simile (migliorato), sostenendo che la semplice classificazione e/o approccio basato sulle parole chiave non è sufficientemente adatto per l'identificazione delle competenze. Infatti l'esperienza, la conoscenza e la competenza di un dipendente o ricercatore spesso si differenzia per particolari minimi, ma tuttavia significativi. È dunque necessario un approccio per consentire la descrizione nel dettaglio delle competenze delle persone ed attuare una strategia retrieval che permetta l'identificazione di una persona con una competenza specifica. Gli autori propongono una tecnica per identificare le competenze attraverso l'estrazione da documenti di impiegati, specialmente pubblicazioni. Sono stati scelti una serie di criteri per trovare persone con specifiche competenze e per poi proporle per progetti. Infine, una possibile indicazione per la partecipazione di una persona in una comunità è data dalla sua conoscenza pubblicata e il suo grado di competenza.

Un'altra applicazione tipica del loro approccio è la formazione di un team di progetto che dovrà essere composto da persone con le giuste conoscenze per compiti diversi del progetto. Un modo per ragionare sulle competenze di una persona è l'analisi dei documenti che questa persona crea, pubblica e manipola, e la frequenza di tali operazioni. Questo documenti possono essere testi come pubblicazioni o note, mappe mentali, definizioni di progetti, e-mails, blogs, e altri. Nel loro lavoro sono stati analizzati documenti e pubblicazioni di impiegati o ricercatori di un'organizzazione. Oltre all'estrazione delle competenze dei ricercatori o dei lavoratori di una istituzione, questo progetto ha dei meccanismi

per la ricerca di competenze e le mostra in un modo usuale per l'indicazione della partecipazione di una persona ad un certo progetto, per accertare le aree deboli e forti delle istituzioni e di creare (o indicare) le nuove comunità. L'estrazione delle competenze viene fatta attraverso la funzione SMiner. La figura 6 indica i passi generali di questa architettura, dalla fase di estrazione alla fase di relazione delle competenze del ricercatore.

Si attua l'algoritmo di "tokenizzazione", come avviene nel primo approccio esposto, e viene poi utilizzata la tecnica "Stemming" per misurare la rilevanza dei termini. I termini sono legati alla competenza di una persona, e tali competenze e il grado di abilità sono conservati nel database. Questa relazione (termini e competenze) è fatta da qualcuno con il ruolo di "Knowledge manager", o quello che ha il ruolo più strategico nell'Amministrazione della conoscenza. Infine, dopo l'estrazione, è possibile verificare le capacità mappate in un rapporto fornito dall'applicazione.

N. Janasik et al. (2007) forniscono un'introduzione ed una dimostrazione dell'utilizzo di un metodo di "self-organizing map" (SOM) per l'organizzazione di ricercatori interessati nel uso di dati qualitativi. La SOM, come accennato in precedenza, è un metodo versatile quantitativo di uso molto comune tra diverse discipline per esaminare grandi insiemi di dati. L'esito dell'analisi SOM è una mappa in cui le entità sono posizionate in base all'affinità. Il ragionamento degli autori è che l'estrazione di testo (text mining) utilizzando la metodologia SOM è particolarmente efficace nel migliorare la qualità nell'ambito della ricerca qualitativa, essa, infatti, crea una molteplicità di prospettive fondate sui dati e migliora così la qualità dei concetti e delle categorie utilizzate nell'analisi. Tuttavia l'attenzione sarà incentrata sull'utilizzo della metodologia SOM per l'analisi di documenti.

La SOM è stata ampiamente usata per esaminare accuratamente dati numerici in una ampia serie di settori, tra cui vari campi dell'industria, della medicina e dell'economia. In seguito l'uso della SOM è stato esteso anche all'analisi di dati di testo. Può essere utilizzato per lo studio di grandi quantità di materiale: centinaia

o migliaia di trascrizioni di interviste, e-mail, siti web, documenti formali, e così via. L'analisi SOM produce una mappa bidimensionale, in cui documenti, i concetti, o altre entità di interesse sono raggruppati in base ad aspetti di affinità. Tale metodologia e altre tecniche simili per ordinare i dati sono di uso comune nelle Scienze dell'Informazione ma sono stati poco utilizzati nella ricerca organizzativa.

La SOM offre numerose funzioni analitiche. In primo luogo, fornisce una mappatura da uno spazio ad alta-dimensionalità ad uno spazio a bassa dimensionalità, fornendo così un mezzo idoneo per la visualizzazione di dati complessi. In secondo luogo, rivela una struttura topologica dei dati. La distanza topologica tra due punti nella mappa è proporzionale alla distanza tra i punti nello spazio di input originale. Il rapporto emergente tra i dati di input e i prototipi della mappa si basa su l' algoritmo SOM.

Nel primo passo dell'algoritmo, la griglia dei vettori prototipo viene inizializzata, per dare ad ogni vettore valori causali. Il trattamento di un campione di dati è costituito da due fasi: ricerca per il miglior matching di prototipo e aggiornamento del miglior matching di prototipo e i suoi "vicini" nella mappa. Queste operazioni vengono eseguite iterativamente a tutti i campioni di dati. Durante le iterazioni, ci sono due parametri principali che influenzano il processo: fattore di apprendimento e la dimensione di vicinato. Dopo una serie di iterazioni delle fasi di elaborazione, la mappa si stabilizza, e le informazioni contenute nei set di dati di input diventano codificati nei vettori prototipo.

Molto più interessante è vedere come la metodologia SOM può essere utilizzata per analizzare i dati testuali. Negli studi statistici del linguaggio, è ampiamente riconosciuto che il contesto in cui le parole e le frasi compaiono fornisce informazioni sul loro significato. La SOM è stata usata nel text mining per analizzare le parole nei loro contesti, le strutture semantiche di raccolte di documenti, e anche le persone in base ai documenti che hanno prodotto. In virtù del algoritmo SOM, i documenti possono essere mappati in base al loro contenuto di testo completo, sulla griglia mappa in modo che i documenti relativi

sembrano vicini l'uno all'altro. Questo risultato può essere definito come una mappa di documento. Una mappa documento fornisce una visione generale della raccolta dei documenti. L'idea di base nella creazione di una mappa documento è che ogni testo è rappresentato come un vettore che indica le frequenze relative di parole e frasi o la presenza di alcune categorie nel testo. È importante che i contenuti dei testi siano considerati come modelli, singole parole o espressioni non sono quindi analizzate una per una. Il processo di utilizzo della SOM nel settore del text mining consiste nelle seguenti fasi:

- (a) selezionare una raccolta documenti;
- (b) automaticamente o manualmente scegliere la terminologia da usare nella codifica dei documenti;
- (c) trasformare, sulla base della terminologia, i documenti in dati numerici;
- (d) avviare le iterazioni SOM con diversi parametri;
- (e) studiare e interpretare le mappe di documento risultanti e le distribuzioni del termine sulle mappe;
- (f) formulare le conseguenze che si possono trarre dalle mappe.

Per il passo b, l'approccio più semplice è quello di scegliere manualmente la terminologia. Questo dà al ricercatore un miglior controllo dello studio, ma introduce anche alcune soggettività nel processo. Per evitare la soggettività sono stati sviluppati diversi metodi per l'estrazione automatica dei termini. Non esiste, tuttavia, un consenso generale su quale sia l'approccio disponibile migliore. In generale è possibile distinguere due approcci metodologici alternativi: statistici e basati sull'ontologia. Il primo si basa sull'analisi di modelli di parole e il loro utilizzo nelle frasi dei testi. Il secondo si basa su un dato dizionario di termini. Questi possono essere usati per estrarre schemi significativi dal testo. La scelta dell'approccio dipende da molti criteri, quali la natura della raccolta di testi (dimensione, stile, linguaggio, ecc.) e gli strumenti e risorse linguistiche disponibili.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI CAPITOLO 2

36. Haas , P. M., Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination, *International Organization*, Vol. 46, No. 1, Knowledge, Power, and International Policy Coordination., pp. 1-35. (1992)
37. Daft, R. L., and Weick, K. E., 'Toward a Model of Organizations as Interpretation Systems', *Academy of Management Review*, 9, 284-295. (1984).
38. Håkanson, L., 'Creating Knowledge: The Power and Logic of Articulation', *Industrial and Corporate Change*, 16, 51-88, (2007)
39. Brown, J. S. and Duguid, P., 'Organizational Learning and Communities-of-Practice: Toward a Unified View of Working, Learning, and Innovation', *Organization Science*, 2, 40-57. (1991)
40. Orr, J. E. (1996), *Talking about Machines: Ethnography of a Modern Job*. Cornell University Press: Ithaca, NY.
41. Bechky, B. A. (2003), 'Object Lessons: Workplace Artifacts as Representations of Occupational Jurisdiction', *American Journal of Sociology*, 103, 720-52
42. Cowan, R., Paul. D. A. and Foray, D. (2000), 'The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness', *Industrial and Corporate Change*, 9, 211-253.
43. Kogut, B., and Zander, U. (1996), 'What Firms Do? Coordination, Identity and Learning', *Organization Science*, 7, 502-518.
44. Zollo, M. and Winter, S. G. (2002), 'Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities', *Organization Science*, 13, 339-351.
45. Nickerson, J. A. and Zenger, T. R (2004), 'A Knowledge-Based Theory of the Firm – the Problem-Solving Perspective', *Organization Science*, 15, 617-632.
46. Nahapiet, J. and Ghoshal, S. (1998), 'Social Capital, Intellectual Capital and the Organizational Advantage', *Academy of Management Review*, 23, 242-266.
47. Grant, R. M. (1996), 'Prospering in Dynamically Competitive Environments: Organizational Capability as Knowledge integration', *Organization Science*, 7, 375-387.
48. Corbetta, P. (1999) *Metodologia e tecniche della ricerca sociale*. Il Mulino, Bologna.
49. Lee A. (1991) Integrating positivist and interpretive approaches to organizational research. *Organization Science*, Vol. 2, p.342.
50. Cook T., Campbell D. (1979) *Quasi Experimentation: design and analysis issues for field settings*. Houghton Mifflin, Boston.
51. Van Maanen J., (1998) *Qualitative studies of organizations*. SAGE Publications, Oaks, California.
52. Meredith J. (1998) Building operations management theory through case and field research. *Journal of Operations Management*, Vol. 16, p. 441.

53. Gable G. (1994) Integrating case study and survey research methods: an example in information systems. *European Journal of Information Systems*, Vol. 3, p.112.
54. Voss C., Tsiriktsis N., Frohlich M. (2002) Case research in operation management. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 22, p. 195.
55. Schur, Anne, Kelly A. Keating, Deborah A. Payne, Tom Valdez, Kenneth R. Yates, and James D. Myers, "Collaborative suites for experiment-oriented scientific research", *Interactions* 3,(1998):40–47.
56. Draganidis, F., Mentzas, G., Competency based management: a review of systems and approaches, *Information Management & Computer Security*, Volume: 14 Issue: 1 Page: 51 – 64 ISSN: 0968-5227, (2006)
57. Wexler, M. N., The who, what and why of knowledge mapping, *Journal of Knowledge Management*; Volume 5, Issue 3, (2001)
58. Hellstrom, T., Husted, K., Mapping knowledge and intellectual capital in academic environments: A focus group study, *Journal of Intellectual Capital* Volume 5, Issue 1, pp. 165 - 180, (2004)
59. Van Atteveldt, W., Kleinnijenhuis, J., Oegema, D., Schlobach., Representing Social and Cognitive Networks, *Proceedings of the 2nd Workshop on Semantic Network Analysis*, Budva, Montenegro, June 12, (2006)
60. Honkela, T., Nordfors, R., Tuuli, R., Document maps for competence management, In *Proceedings of the Symposium on Professional Practice in AI*, pp. 31–39. IFIP, (2004)
61. Rodrigues, S., Oliveira, J., Moreira de Souza, J., Competence mining for virtual scientific community creation, *Int. J. Web Based Communities*, (2004)
62. Janasik N., Honkela, T., Bruun, H., Text Mining in Qualitative Research: Application of an Unsupervised Learning Method, *Organizational Research Methods* Volume 12, Number 3, (2009)
63. Vatanen, T., Paukkeri, M., Nieminen, I.T., Honkela, T., Analyzing authors and articles using keyword extraction, self-organizing map and graph algorithms. In *Proceedings of the AKRR08*, pages 105–111, (2008)
64. Howard, K., Sharp, J., *The Management of a student research project*, (1983)
65. Melnyk, A., Handfield, R., May you live in interesting times . . . the emergence of theory-driven empirical research, *Journal of Operation Management*, (1998)
66. Wacker, J.G., A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management, *Journal of Operations Management* , 16, (1998)

CAPITOLO 3: SOCIAL NETWORK ANALYSIS

1. Introduzione all'analisi delle reti sociali

L'origine dell'analisi delle reti sociali è molto complessa ed articolata in quanto caratterizzata dall'apporto di diverse scuole di ricerca, sociologi, antropologi, psicologi, economisti ecc., che dagli anni '30 in poi, hanno segnato le fasi fondamentali della materia fino all'attuale diffusione. Scott (1997) riesce a disegnare un chiaro albero genealogico della *social network analysis* (SNA) composto principalmente da tre scuole di ricerca: gli studiosi della Scuola Sociometrica, i sociologi della Scuola di Harvard e gli antropologi della Scuola di Manchester.

La prima scuola di ricerca risale agli anni Trenta e si sviluppa in America grazie ad un gruppo di psicologi sociali emigrati dalla Germania nazista, Kurt Lewin, Jacob Moreno e Fritz Haider, che concentrarono i loro studi sul ruolo giocato dalle strutture di gruppo nella percezione sociale. Essi, infatti, hanno applicato nuovi modelli di analisi strutturali allo scopo di studiare i flussi di informazione e la formazione delle idee tra i membri di un gruppo.

Moreno (1960), studiò come le relazioni all'interno di un gruppo potessero rappresentare per l'individuo un vincolo o un'opportunità. Il suo intento fu di trovare una connessione tra benessere psicologico e caratteristiche strutturali, quelle che vengono da lui chiamate "*configurazioni sociali*", e si serve di un *sociogramma* per studiare le proprietà, ovvero di una rappresentazione grafica in cui gli attori del network sono individuati da punti e le relazioni fra loro (o legami) da linee.

Questo strumento permetteva di identificare i *leaders*, gli individui isolati, le asimmetrie, le reciprocità e le sovrapposizioni nelle catene di connessioni. Una delle principali applicazioni su cui egli si concentrò maggiormente fu la *stella sociometrica*, che nella sua semplicità illustra con chiarezza una possibile posizione di *leadership*, ovvero il nodo centrale destinatario della scelta di tutti gli altri (Scott, 1991).

Successivamente Moreno fonda la rivista "*Sociometry*" che si occupa dello studio strutturale delle configurazioni sociali e delle relazioni tra configurazioni interpersonali di piccola scala e grandi aggregati sociali utilizzando la teoria dei grafi per la rappresentazione grafica delle relazioni sociali.

Tra gli anni '30 e '40 si è sviluppata, presso l'Università di Harvard, la seconda scuola di ricerca, definita *struttural-funzionalismo*, composta da un gruppo di antropologi e sociologi che cercavano di scoprire le interdipendenze fra gli elementi strutturali dei sistemi sociali sviluppando alcune applicazioni empiriche sulla vita di fabbrica e di comunità. Famosa è la ricerca condotta, alla fine degli anni '20, negli stabilimenti della Western Electric a Hawthorne, dove gli studiosi americani, analizzarono le relazioni informali attraverso l'individuazione di sottogruppi (o *cliques*) più o meno isolati dalla struttura sociale complessiva, l'analisi della loro struttura interna e delle appartenenze multiple degli individui ad esse .

Nello stesso periodo, in Inghilterra, gli studiosi della scuola di Manchester, critici del modello "struttural-funzionalista" troppo legato ad una visione statica della società, in cui le persone interpretano i loro ruoli adeguandosi, in maniera standardizzata alle norme prestabilite, ripresero il concetto di rete ed osservarono come la dimensione del conflitto e del potere trasformavano i legami delle strutture sociali. Questi, utilizzando i concetti della teoria dei grafi e della sociometria, svilupparono una serie di indici per misurare le proprietà strutturali delle organizzazioni sociali. I loro studi erano rivolti a realtà diverse tra loro quali le comunità africane primitive, le strutture familiari delle aree urbane o le piccole comunità di villaggi europei.

Negli anni '70 ci fu una vera svolta nello studio delle reti sociali ad opera del gruppo della scuola di Harvard guidato da Harrison White. Questi studiosi ampliarono i campi d'applicazione della *social network analysis*, ancora ancorate allo studio delle relazioni informali e delle reti ego-centriche, affermando l'analisi delle reti sociali come metodo di analisi strutturale.

La novità riguardava l'“utilizzo dei concetti matematici, in particolare di modelli algebrici per studiare le variazioni nelle strutture sociali nel tentativo di concettualizzare la nozione di ruolo nella struttura sociale e introducendo la tecnica dello *scaling multidimensionale*, capace di tradurre le relazioni in “distanze” sociali e rappresentarle graficamente in uno spazio sociale. Il gruppo di Harvard si sviluppava lungo le linee dell'analisi strutturale ad orientamento matematico, interessata a costruire modelli di strutture sociali di ogni tipo dove l'elemento unitario era l'analisi di reti come metodo.

La nozione di “rete sociale” e le metodologie di analisi delle reti sociali hanno suscitato notevole interesse e curiosità da parte della comunità delle scienze sociali e comportamentali negli ultimi decenni. Molti ricercatori si sono resi conto che un approccio analitico allo studio delle reti sociali e delle relazioni tra le entità coinvolte consente di sfruttare nuovi standard e nuovi formalismi che consentono di spiegare alcune dinamiche relazionali in diversi ambiti (ad es. politico, economico, sociale o strutturale). L'interesse nei confronti delle “reti sociali” e della “social network analysis” è aumentata sempre di più negli ultimi anni grazie all'emergere dei social network on line (ad es. facebook, twitter), accendendo l'interesse e la curiosità di numerosi attori nei confronti di tali strumenti. Dal punto di vista della social network analysis, l'ambiente sociale può essere espressa come modelli o regolarità nei rapporti tra le unità interagenti. Si farà riferimento alla presenza di modelli regolari nelle relazioni tra entità con il termine “struttura” della rete. Risulta opportuno precisare che lo studio dei social network (ed in particolare la “social network analysis”) rappresenta una prospettiva di ricerca, comprendente teorie, modelli ed applicazioni, basata sull'analisi dell'importanza delle relazioni all'interno di una rete. Tale prospettiva si è rivelata fruttuosa in un ampio spettro di discipline sia in ambito sociale che comportamentale. Diversi temi di ricerca sono stati studiati attraverso la “lente” della network analysis. A titolo esemplificativo ne vengono riportati alcuni:

- Mobilità occupazionale (Breiger 1981, 1990)
- Sistemi economici e politici (Snyder and Kick 1979; Nemeth and Smith 1985)
- Decision Making (Laumann et al., 1977)
- Social Influence (Friedkin 1986; Friedkin and Cook 1990; Doreian 1981 ; Marsden 1990)
- Formazione di coalizioni (Kapferer 1969; Thurman 1980; Zachary 1977)
- Diffusione ed adozione di innovazioni (Rogers 1979)
- Mercati (Berkowitz 1988; Leifer and White 1987)

Contrariamente agli approcci tradizionali delle scienze sociali in cui il focus è sulle caratteristiche intrinseche degli attori, nella social network analysis le osservazioni si concentrano sui legami relazionali tra gli attori sociali. La social network analysis rappresenta uno sforzo interdisciplinare, sviluppato da un incontro propizio tra gli approcci teorici delle scienze sociali, i formalismi matematici e le metodologie statistiche ed informatiche. (Freeman, 1984; Marsden and Laumann, 1984). Come sostenuto da Freeman (1984), i metodi di analisi delle reti sociali sono in grado di fornire degli strumenti per definire in maniera precisa e coerente le proprietà, le dinamiche e le strutture dei processi relazionali all'interno di una rete. Le nozioni teoriche derivante dagli studi operati nelle scienze sociali (riguardanti i concetti di "gruppi sociali", "popolarità", "clique", "sottogruppi", "reciprocità", "mutualità", "dominanza", "influenza", etc...) hanno fornito uno stimolo per lo sviluppo di nuovi approcci metodologici orientati all'analisi di tali concetti. Nonostante i sociologi abbiano utilizzato il termine "gruppo sociale" in modi numerosi (ed alcune volte anche imprecisi) gli studiosi della social network analysis si sono prodigati nello sviluppare definizioni più precise dal punto di vista formale nell'ambito dei social networks. Ad esempio è possibile considerare i concetti di clique e le sue generalizzazioni in (Seidman and Foster 1978; Freeman 1988), la nozione di comunità interattiva (Sailer and Gaulin, 1984), le strutture di affiliazione (Levine 1972; McPherson 1982), la nozione di posizione sociale (Faust 1988; Borgatti and

Everett 1992a). A partire dagli anni '70 gli approcci di matrice modellistico-matematica hanno cercato di fornire degli strumenti per misurare e "quantificare" i concetti sopra esposti.

2. Aspetti metodologici della Social Network Analysis

L'analisi delle reti sociali, dalla panoramica sulle diverse scuole di pensiero, è emersa come un insieme di metodi per l'analisi delle strutture sociali rivolti in particolare all'indagine riguardante gli aspetti *relazionali* di tali strutture. Una rete sociale è composta di un gruppo di soggetti (o nodi) connesse tra loro da diversi legami sociali, che vanno dalla conoscenza causale ai vincoli familiari. Esistono diversi concetti chiave relativi all'ambito della network analysis che è necessario sottolineare al fine affrontare un'opportuna discussione sui social networks. Tali concetti chiave sono:

- **Attori:** qualsiasi entità (ad esempio persone all'interno di un gruppo, dipartimenti all'interno di una azienda, aziende all'interno di un mercato, esseri viventi in generale, etc...) che possiede la volontà o l'abilità di agire o subire azioni all'interno di un sistema e di interagire con altri attori del sistema.
- **Connessioni:** rappresentano i canali di interazione tra gli attori. All'interno di questi canali possono fluire risorse di qualsiasi natura (sia materiali che immateriali) e rappresentano i legami (ad es. di natura sociale, economica, politica etc...) che possono intercorrere tra gli attori. Alcuni degli esempi più comuni di legami impiegati nella network analysis sono analisi di rete possono essere:
 - Valutazione di una persona da parte di un'altra (ad esempio in termini di amicizia, simpatia, rispetto e fiducia).
 - Trasferimenti di risorse materiali
 - Associazione o di cooperazione

- l'interazione comportamentale (ad esempio scambio di messaggi)
- Movimento tra luoghi o stati (migrazione, mobilità sociale o fisica)
- Collegamento fisico (strada, fiume, o un qualsiasi collegamento tra due punti)
- Relazioni formali (ad esempio relazioni di autorità)
- Relazioni biologiche (ad esempio parentela o discendenza)
- **Rete:** insieme finito di attori e delle relazioni che intercorrono tra essi.

L'approccio computazionale alla social network analysis si differenzia dagli approcci di matrice sociologica-psicologica per la diversità nell'individuazione dell'unità di base oggetto della ricerca: mentre nel caso degli approcci di matrice psicologica il soggetto viene preso singolarmente e ne vengono rilevati gli attributi individuali; nel caso dell'approccio computazionale l'unità di base è rappresentata dal legame tra i soggetti, che viene definita indicando la coppia di soggetti tra i quali si determina la relazione. Ciò significa che il campo di indagine è delimitato principalmente da un certo numero di coppie di soggetti che di solito è numericamente ristretto. Queste informazioni, definite "strutturali" da Warsseman e Faust (1994), possono essere arricchite da altre informazioni relative agli attributi dei legami e dei soggetti allo scopo di definire meglio le peculiarità del reticolo. Gli elementi di base che permettono di registrare le caratteristiche di un reticolo possono essere di tre tipi:

- i legami, definiti da coppie di soggetti;
- gli attributi dei legami, che servono per definire le relazioni;
- gli attributi dei soggetti, che servono a classificare i soggetti e a trattarli in gruppi distinti.

Si evince che gli elementi fondamentali, nell'analisi reticolare, sono i legami poiché senza di questi non esiste nessun reticolo sociale da analizzare, gli altri elementi contribuiscono, solamente, a migliorare la descrizione dell'analisi.

Le reti sociali sono solitamente modellate attraverso un formalismo matematico basato sulla teoria dei grafi, dove i nodi rappresentano gli individui e i lati (o gli

archi) rappresentano le relazioni e le interazioni tra gli individui (Carrington et al., 2005).

Si fa una distinzione tra *grafo semplice* (simply graph) e *grafo diretto*: nel primo caso le linee sono semplici collegamenti coppie di nodi e per ciascuna coppia di nodi non può passare più di un legame; nel secondo caso le linee del grafo sono orientate e si evidenzia la direzione del legame, ovviamente le informazioni contenute in questo tipo di grafo sono maggiori rispetto ad un grafo semplice. In un grafo semplice due nodi si dicono adiacenti quando sono collegati da una linea ed una linea è detta incidente con un nodo quando indica la congiunzione di un nodo con una linea. Nel caso di grafo diretto, formato da legami direzionali, rappresentati da frecce, sono possibili tre differenti situazioni:

- la reciprocità, quando una coppia di soggetti è mutuamente collegata da due legami orientati in senso opposto;
- l'asimmetria, quando una coppia di soggetti è collegata da un solo legame che parte da un soggetto ed è orientato verso un altro;
- l'assenza di legame, quando una qualsiasi coppia di soggetti non è collegata in alcun modo

2.1 GRAFI

In maniera formale si può definire un grafo G come una struttura relazionale formata da una coppia di insiemi (N,E) , dove: $N = \{1,2,3,...m\}$ è un insieme di m elementi chiamati *nodi* o *vertici* ed $E = \{e_1, e_2, ..., e_n\}$ è un insieme di coppie di vertici chiamate *lati* che soddisfa la seguente condizione: $E \subseteq N \times N$. La coppia di nodi (i, j) che identifica un lato $e_k \in E$ si intende *non ordinata*, per cui la coppia (i,j) e la coppia (j, i) indicano lo stesso lato e_k .

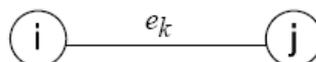


Fig.1 : 2 nodi in un grafo non orientato

I nodi i e j si dicono *estremi* del lato $e_k(i,j)$, così come e_k si definirà lato *incidente* nei nodi i e j . Due nodi i e j sono detti *adiacenti* reciprocamente se il lato $(i,j) \in E$. Due lati sono detti *adiacenti* se hanno un estremo in comune.

2.1.1 Sottografo, grafo parziale

Dato un grafo $G = (N, E)$, il grafo $G' = (N', E')$ si dirà *sottografo* di G se:

- a) $N' \subseteq N$;
- b) $E' \subseteq E$;
- c) $E' \subseteq N' \times N'$

Se inoltre:

- d) $\forall e_k = (i,j) \in E$, con $i, j \in N' \Rightarrow e_k \in E'$ allora G' si definirà *grafo parziale* di G .

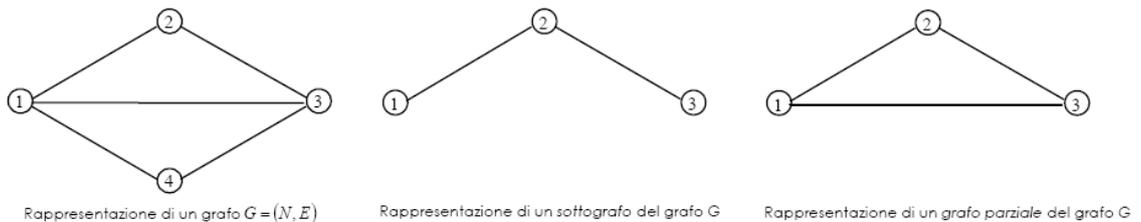


Figura 2: Rappresentazione di Grafo e Sottografo Parziale

2.1.2 Percorso.

Dato un grafo $G = (N, E)$, una sequenza ordinata di nodi: i_0, i_1, \dots, i_ℓ ($\ell \geq 1$), si dice *percorso* tra i_0 e i_ℓ se $(i_p, i_{p+1}) \in E$, $p = 0, 1, \dots, \ell - 1$. I nodi i_0 e i_ℓ si definiscono rispettivamente nodi *origine* e *destinazione* del percorso mentre i nodi restanti $(i_1, \dots, i_{\ell-1})$ sono detti *nodii intermedi*. L'intero ℓ identifica la *lunghezza* del percorso, in altre parole il numero di lati di cui esso è composto.

2.1.3 Digrafo (o grafo orientato)

Un digrafo D è una struttura relazionale che, similmente al grafo, è formata da una coppia di insiemi: $D = (N, E)$ con $E \subseteq N \times N$, per la quale, però, ciascun elemento $e \in E$ chiamato *arco*, si Pertanto alle coppie (i, j) e (j, i) con $i, j \in N$ corrispondono due archi distinti. Dato l'arco $e_k = (i, j)$ si dice che esso esce dal

nodo i ed entra nel nodo j . Il nodo i è detto *coda*, mentre il nodo j è detto *testa* dell'arco.

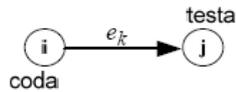


Figura 3: Due nodi in un Grafo Orientato

Un digrafo $D = (N, E)$ si dirà *semplice* se per ogni coppia ordinata di nodi $i, j \in N, i \neq j$, esiste al più un arco $e = (i, j) \in E$ (non esistono quindi *archi multipli*).

Dato un digrafo $D = (N, E)$, un grafo $G = (N', E')$ si dirà *sottostante* il digrafo D se risultano valide le seguenti condizioni:

- a) $N' = N$;
- b) $\forall (i, j) \in E$ tale che non esiste $(j, i) \in E \Rightarrow (i, j) \in E'$;
- c) per ogni coppia di archi $h, k \in E$ tale che $h = (i, j)$ e $k = (j, i)$ con $i \neq j \Rightarrow h \in E$

In sostanza, il grafo sottostante G è ottenuto dal digrafo D trascurando l'orientamento degli archi di D ed eliminando gli eventuali archi duplicati (altrimenti G non sarebbe più semplice). Per il digrafo è possibile applicare tutte le definizioni precedentemente introdotte purché esse facciano esclusivo riferimento al grafo sottostante. Dato un digrafo $D = (N, E)$, una sequenza ordinata di nodi $i_0, i_1, \dots, i_\ell, \ell \geq 1$; si definisce *percorso orientato* da i_0 a i_ℓ se $(i_p, i_{p+1}) \in E, p = 0, 1, \dots, \ell - 1$. Il nodo i_0 si dirà *nodo origine* del percorso orientato, mentre i_ℓ si dirà *nodo destinazione*.

Esistono differenti modalità con cui rappresentare algebricamente un grafo e un digrafo. Le due principali a cui si può fare riferimento sono:

- a) *matrice di incidenza*;
- b) *matrice di adiacenza*.

La matrice di incidenza A associata ad un grafo $G = (N, E)$, con $m = |N|$ nodi e $n = |E|$ lati, è una matrice di dimensione $m \times n$ in cui ogni riga è associata ad un nodo di G e ogni colonna è associata ad un lato di G . Ogni singola colonna della matrice A ha solo due elementi diversi da 0. In particolare nella colonna A_{ij} associata al lato (i, j) del grafo si ha:

$$\begin{cases} +1 & \text{nella riga } i\text{-esima;} \\ +1 & \text{nella riga } j\text{-esima;} \\ 0 & \text{altrimenti.} \end{cases}$$

La matrice di adiacenza di un grafo $G = (N, E)$ è la matrice \mathbf{H} di dimensione $m \times m$,
dove l'elemento $h_{ij} (i, \dots, m; j, \dots, n)$ è così definito:

$$h_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se } (i,j) \in E; \\ 0, & \text{altrimenti.} \end{cases}$$

La matrice di adiacenza \mathbf{H} di un grafo gode delle seguenti proprietà:

- a) è simmetrica;
- b) gli elementi lungo la diagonale principale sono nulli.

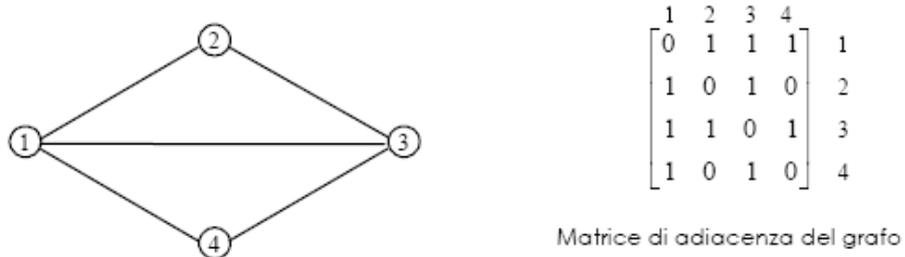


Figura 4: Matrice di Adiacenza del Grafo

Nel caso di un digrafo $D = (N,E)$, con $m = |N|$ e $n = |E|$, mentre non muta la definizione di matrice di adiacenza data precedentemente per il grafo, per la matrice di incidenza \mathbf{A} di dimensione $m \times n$, l'elemento $a_{ik} (i=1, \dots, m; k=1, \dots, n)$ è definito sulla base delle seguenti condizioni:

$$a_{ik} = \begin{cases} +1 & , \text{ se } \exists j \in N : k = (i,j), \text{ cioè il nodo } i \text{ è la coda dell'arco } k; \\ -1 & , \text{ se } \exists j \in N : k = (j,i), \text{ cioè il nodo } i \text{ è la testa dell'arco } k; \\ 0 & \text{ altrimenti.} \end{cases}$$



Figura 5: Matrici di Incidenza e di Adiacenza del Grafo Orientato

2.2 IPERGRAFI

La maggior parte degli studi nell'ambito della Social Network Analysis fanno principalmente uso di modelli basati sui grafi. Tuttavia esistono diversi casi in cui i modelli basati sui grafi non forniscono un'adeguata rappresentazione di relazioni complesse (ad es. relazioni "supra-diadiche"). In queste situazioni, l'uso di più struttura logica più generale sembra essere più adeguato. Tali strutture logiche sono identificabili negli ipergrafi (Berge, 1973). Come sottolineato da Bonacich et al., (2004) pur essendoci in letteratura pochi tentativi di utilizzo degli ipergrafi per modellare una rete sociale, questo nuovo approccio sta prendendo sempre più piede.

Gli *ipergrafi*, rappresentano quindi una generalizzazione dei *grafi*, e sono stati ampiamente studiati in letteratura come strumenti utili alla rappresentazione della conoscenza in settori che spaziano dall'informatica alla matematica e ai problemi di ottimizzazione (Martelli, 1973; Boley, 1977, Nguyen and Pallottino, 1989, Gallo et al., 1989; Nielsen and Pretolani, 2001).

In questo paragrafo verranno fornite le definizioni e i teoremi fondamentali alla base della teoria degli Ipergrafi e degli Ipergrafi Orientati per come riportate in Volpentesta (2008).

Un ipergrafo è una coppia $\mathcal{H}=(\mathcal{V},\mathcal{E})$, dove $\mathcal{V}=\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ è un insieme di *vertici* (o *nodi*) e $\mathcal{E}=\{e_1, e_2, \dots, e_m\}$, con $e_i \subseteq \mathcal{V}$ per $i=1, \dots, m$, è l'insieme di *iperlati*. Quando $|e_i|=2$, $i=1, \dots, m$, l'ipergrafo è un digrafo standard.

Mentre le dimensioni, o taglia, di un grafo sono univocamente definite da n e m , le dimensioni di un ipergrafo dipendono anche dalla cardinalità dei suoi iperlati; si definisce *taglia di H* la somma delle cardinalità dei suoi iperlati.

$$size(\mathcal{H}) = \sum_{e_i \in \mathcal{E}} |e_i|$$

Esiste una corrispondenza uno-a-uno tra gli *ipergrafi* e le *matrici booleane*. Infatti, ogni matrice $\mathcal{A}=[a_{ij}]$ di dimensioni $n \times m$, tale che $a_{ij} \in \{0,1\}$ può essere considerata come la matrice di incidenza di un

ipergrafo \mathcal{H} dove ogni riga i è associata con un vertice v_i e ogni colonna j con un iperlato E_j .

Un *iperlato orientato* o *iperarco* è una coppia ordinata $\mathcal{E} = (X, Y)$, di insiemi di vertici disgiunti (eventualmente vuoti); X è la *coda* di \mathcal{E} mentre Y è la sua *testa*. Nel seguito, la coda e la testa di un iperarco \mathcal{E} verranno denotati rispettivamente con $\mathcal{I}(\mathcal{E})$ e $\mathcal{H}(\mathcal{E})$.

Un ipergrafo orientato è un ipergrafo con iperlati orientati. Nel seguito, gli ipergrafi orientati saranno chiamati semplicemente ipergrafi. Un esempio di ipergrafo è illustrato in Figura.

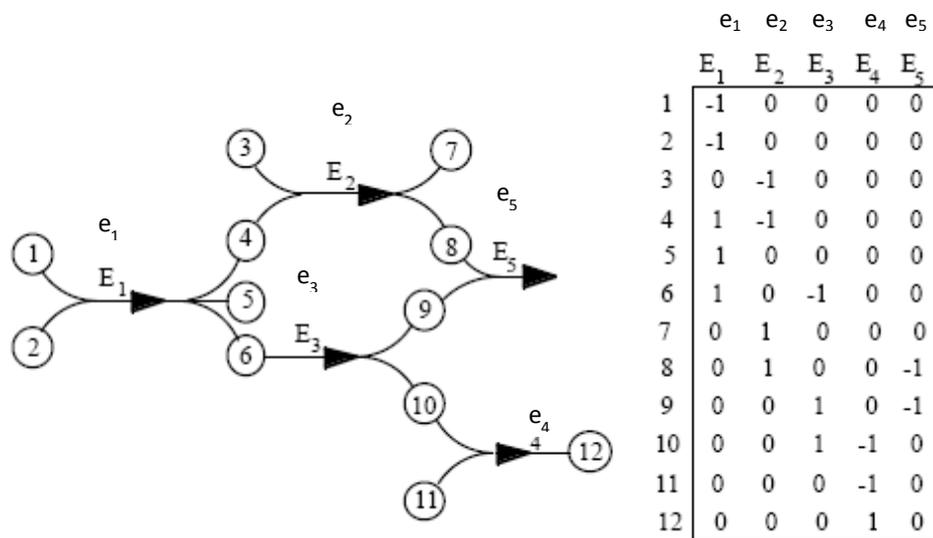


Figura 6: un ipergrafo e la sua matrice di incidenza

Come per un grafo diretto, la *matrice di incidenza* di un ipergrafo \mathcal{H} è una matrice $[a_{ij}]$ di dimensioni $n \times m$ definita come segue:

$$a_{ij} = \begin{cases} -1 & \text{se } v_i \in \mathcal{I}(e_j) \\ 1 & \text{se } v_i \in \mathcal{H}(e_j) \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Chiaramente, esiste una corrispondenza uno-a-uno tra l'ipergrafo e la matrice $(-1, 1, 0)$. Un *iperarco Backward*, o semplicemente *B-arco*, è un

iperarco $e = (\mathcal{T}(e), \mathcal{H}(e))$ con $|\mathcal{H}(e)|=1$ un *iperarco Forward*, o semplicemente *F-arco*, è un iperarco $e = (\mathcal{T}(e), \mathcal{H}(e))$ con $|\mathcal{T}(e)|=1$ (Figura 8.b).



Figura 7 Un B-arco (a) e un F-arco (b)

Un *B-grafo* (o *B-ipergrafo*) è un ipergrafo i cui iperarchi sono *B-archi*. Un *F-grafo* (*F-ipergrafo*) è un ipergrafo i cui iperarchi sono *F-archi*. Un *BF-grafo* (o *BF-ipergrafo*) è un ipergrafo i cui iperarchi sono sia *B-archi* che *F-archi*.

Dato un ipergrafo $\mathcal{H}=(\mathcal{V}, \mathcal{E})$, si definisce la sua immagine simmetrica $\mathcal{H}'=(\mathcal{V}, \mathcal{E}')$ dove $\mathcal{E}' = \{(x,y): (y,x) \in \mathcal{E}\}$. Naturalmente, l'immagine simmetrica di un *B-grafo* è un *F-grafo* e viceversa.

È sempre possibile trasformare un ipergrafo in un *BF-grafo* aggiungendo un nodo *dummy* ad ogni iperarco che non è né un *B-arco* né un *F-arco* e così sostituendo all'iperarco un iperarco backward ed uno forward.

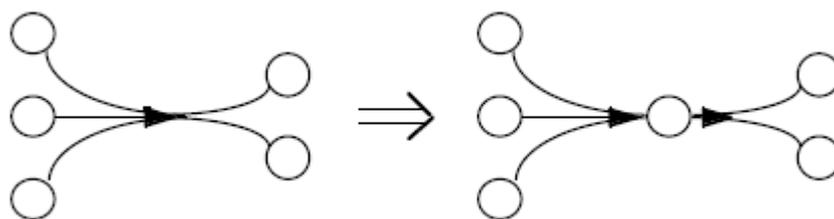


Figura 8: trasformazione di un iperarco in un B-arco e in un F-arco

Si definiscono $\mathcal{FS}(v)=\{e \in \mathcal{E}: v \in \mathcal{T}(e)\}$ e $\mathcal{BS}(v)=\{e \in \mathcal{E}: v \in \mathcal{H}(e)\}$ rispettivamente la Forward Star e la Backward Star del nodo v .

2.2.1 Cammini e Connessioni

Un cammino (Path) C_{st} di lunghezza q in un ipergrafo $\mathcal{H}=(\mathcal{V},\mathcal{E})$ è un insieme di nodi e iperarchi $C_{st}=(v_1=s, e_{i_1}, v_2, e_{i_2}, \dots, e_{i_q}, v_{q+1}=t)$ dove

$$s \in T(e_{i_1}), t \in H(e_{i_q}), \text{ e } v_j \in H(e_{i_{j-1}}) \cap T(e_{i_j}), j = 2, \dots, q.$$

I nodi s e t sono l'origine e la destinazione di C_{st} , rispettivamente, e diciamo che t è connesso a s . Se $t \in T(e_{i_1})$ allora C_{st} è detto essere un ciclo; ciò è particolarmente vero quando $t=s$.

In un cammino semplice tutti gli iperarchi sono distinti; un cammino semplice è elementare se tutti i nodi v_1, v_2, \dots, v_{q+1} sono distinti. In maniera simile si possono definire i cicli semplici e quelli elementari. Un cammino è senza cicli se non contiene alcun sotto-cammino che sia un ciclo.

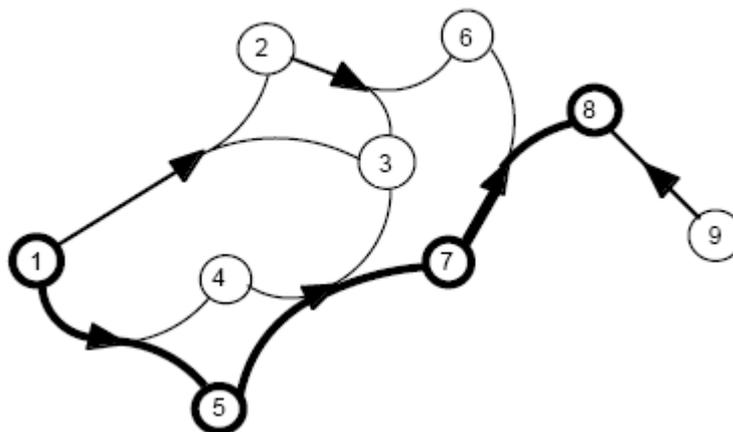


Figura 9: Un cammino $C_{1,8}$

3. Aspetti computazionali della Social Network Analysis

La prospettiva della *social network analysis* mette a disposizione diversi livelli di analisi. Le differenze tra attori sono evidenziate dai vincoli e dalle opportunità che derivano dal modo in cui gli stessi attori si trovano in relazione all'interno della rete. Un'importante proprietà per un network consiste nell'essere o meno connesso; per essere connesso esso non deve contenere nodi isolati, quindi tra ogni coppia di punti deve esistere almeno un percorso. Se un network contiene anche un solo nodo isolato, si dice disconnesso. Concentrandosi ad esempio sul numero di attori, il numero di collegamenti possibili ed il numero di collegamenti davvero presenti, si possono riscontrare differenze su come sono collegati gli attori in una popolazione fornendo indicazioni sulla coesione e la complessità di una rete. Relativamente agli attori, questi possono avere o pochi o molti legami possono emettere oppure riceverne senza che ci sia necessariamente reciprocità. Queste differenze permettono una stratificazione fra gli attori stessi mettendo in evidenza differenze e somiglianze ma servono anche a determinare quanto il grado di *embeddedness* nella rete ne condiziona il comportamento, nonché le opportunità, l'influenza ed il potere che detengono. Un'altra proprietà importante per un nodo di una rete consiste nel possedere o meno un percorso che lo colleghi agli altri. Se questo percorso esiste, indipendentemente dalla sua lunghezza il nodo è definito raggiungibile. Un nodo isolato, al contrario, è definito non raggiungibile e la sua distanza e la sua distanza dagli altri è infinita. Nel caso in cui i dati sono asimmetrici (orientati) è possibile che l'attore x raggiunga l'attore y ma non viceversa; nel caso in cui i dati sono simmetrici (non orientati) ciascuna coppia di attori può essere o non essere reciprocamente raggiungibile. A seconda che gli attori in questione abbiano poche o molte connessioni nella rete, possiamo ottenere una serie di informazioni sul comportamento degli stessi; di solito un elevato numero di legami può significare che i soggetti siano esposti ad più informazioni, oppure che si tratti di personaggi influenti. Per quanto riguarda le strutture sociali non è possibile rilevare tutte le connessioni possibili e quindi alcuni network possono

risultare ben connessi, altri meno. Ad un alto grado di coesione corrisponde generalmente una maggiore abilità nella mobilitazione di risorse nella rete. I principali strumenti che misurano il grado di coesione reticolare sono la *densità* e la *distanza*.

Esistono diversi studi atti ad indagare le proprietà delle reti sociali ed appartengono alla sfera della Social Network Analysis (SNA) (Sabidussi, 1966; Bonacich, 1972; Wasserman and Faust 1994); Nello specifico le tecniche di SNA consentono di :

- 1) identificare i nodi chiave (centrali) all'interno di una rete in termini di importanza, fiducia, esperienza, ecc.
- 2) individuare dei sottoinsiemi (gruppi sociali) all'interno di una comunità più ampia, sulla base di specifici criteri.

Il concetto di importanza di un nodo o di una relazione all'interno di un network è stato ampiamente dibattuto nella letteratura scientifica ed è conosciuto anche sotto il concetto di "centralità". Diversi autori hanno studiato l' "importanza" di un nodo in una rete, in base a diversi approcci, introducono diverse misure di centralità. Come ha affermato Freeman (1988), "certamente non c'è unanimità su esattamente che cosa sia centralità o sulle sue proprietà concettuali, e soprattutto non vi è un accordo sulla procedura corretta per la sua misurazione". Da molti anni, l'interconnessione tra attori in un social network è un tema fondamentale nell'ambito della Social Network Analysis. Nonostante questo, come già detto, non c'è uniformità nel modo di intendere la centralità di un attore in un social network (Borgatti and Everett, 2006). Esistono infatti molte interpretazioni rispetto alla centralità di un nodo e questo dipende essenzialmente da quale aspetto la misura di centralità intende indagare (Volpentesta and Felicetti, 2012).

Di seguito verranno quindi introdotti quattro approcci di base al concetto di centralità. Il caso più semplice si riferisce al numero dei contatti diretti che un attore possiede nella rete. Il vantaggio di questa interpretazione di centralità, detta Degree Centrality (DG) (Nieminen 1974; Shaw 1954) consiste nel fatto che i

risultati sono relativamente semplici da interpretare e comunicare. Un secondo approccio è basato sull'idea che nodi aventi una distanza più breve rispetto agli altri nodi restanti sono capaci di disseminare informazioni nella rete in maniera molto efficace in quanto possiedono una posizione "centrale" nella rete. (Beauchamp 1965; Sabidussi 1966). Questo approccio viene conosciuto come *Closeness Centrality* (CC): un attore viene visto come "centralmente coinvolto in una rete" se richiede solo pochi intermediari per entrare in contatto con gli altri. Il calcolo di tale misura di centralità richiede il calcolo della lunghezza dei percorsi più corti "shortest paths" tra il nodo oggetto di analisi e tutti gli altri attori nella rete. Un ulteriore sviluppo di questo approccio è identificabile nell'utilizzo di un'altra misura di centralità basata sulla lunghezza di tutti i percorsi passanti da un nodo. Questo approccio ha a che fare con il "potere" sul controllo del flusso delle informazioni che un membro è capace di esercitare nella rete, grazie alla sua posizione nella stessa, assumendo quindi implicitamente che la comunicazione e l'interazione tra due nodi che non sono in relazione diretta dipende dagli attori intermedi. La misura di centralità maggiormente rappresentativa di questo approccio è identificabile nella *Betweenness Centrality* (BC), secondo la quale la determinazione della centralità di un'attore è basata su quoziente del numero degli "shortest paths" passanti da un nodo ed il numero di tutti gli "shortest paths" nella rete (Freeman, 1977). La caratteristica comune di questi concetti appena presentati è la poca (o nessuna) attenzione nei confronti dei contatti indiretti: vale a dire che i contatti indiretti non incidono (o incidono pochissimo) nella quantificazione della centralità di un attore (questo è l'ambito dove le cosiddette misure di influenza entrano in gioco). Le misure di centralità fin qui presentate infatti considerano un attore centrale se esso è direttamente coinvolto nella rete. Potrebbe essere tuttavia interessante tenere in considerazione anche la "qualità" delle connessioni all'interno della rete. Se un nodo è infatti connesso ad altri nodi che sono a loro volta "ben connessi", questo influirà in maniera positiva nella determinazione

dell'importanza del primo. La più importante misura che tiene in considerazione questi aspetti è rappresentata dall'eigenvector centrality (EC) (Bonacich 1972).

Oltre agli approcci base per il calcolo della centralità, nella letteratura scientifica sono presenti una miriade di altre tecniche misurazione (a titolo esemplificativo si può far riferimento a Bonacich and Lloyd 2001; Freeman et al. 1991; Lee et al. 2009; Rousseau and Zhang 2008) che tuttavia rappresentano degli adattamenti, delle modifiche o dei miglioramenti alle tecniche base già introdotte. Per ciò che concerne gli aspetti computazionali di ciascuna misura di centralità, sono stati definiti diversi algoritmi che possono variare in maniera significativa in termini di complessità. Mentre per il calcolo della Degree Centrality è necessario contare semplicemente i contatti diretti di ciascuno degli n nodi della rete (complessità $O(n)$), la complessità della Betweenness Centrality ammonta a $O(n \cdot m)$ (Brandes 2001), dove m è il numero degli archi in una rete. Allo stesso tempo, questo algoritmo consente di effettuare il calcolo di un'altra misura di centralità basata sulla distanza, ovvero la Closeness Centrality, per la quale Okamoto et al. (2008) discutono anche altri algoritmi ed euristiche. Per ciò che concerne l'Eigenvector Centrality, secondo Kiss and Bichler (2008), la complessità di calcolo ammonta a $O(n^2)$.

Partendo dalle definizioni delle differenti misure di centralità, in letteratura sono presenti numerosi studi, sia di natura empirica (che si occupano di discutere attraverso simulazioni, o analisi di reti reali, le proprietà di queste reti) che di natura concettuale. La tabella seguente fornisce un'overview sui principali contributi forniti allo studio delle misure di centralità sia da un punto di vista empirico che concettuale.

<i>Autori</i>	<i>Focus</i>	<i>Approccio</i>	<i>Misura di centralità analizzata</i>
Bolland (1988)	Concettuale ed Empirico	Analisi di robustezza e sensitività dei differenti modelli di centralità a seguito di variazioni casuali e sistematiche introdotte in una rete	DC, CC, BC
Borgatti (2005)	Concettuale	Discussione sui differenti approcci alla misurazione della centralità e matching con le diverse topologie di rete.	DC, CC, BC, EC
Borgatti et al. (2006)	Empirico	Analisi della robustezza sotto la condizione di dati imperfetti	DC, CC, BC, EC
Costenbader e Valente (2003)	Empirico	Analisi della stabilità delle misure di centralità	DC, CC, BC, EC,
Freeman (1979)	Concettuale ed Empirico	Discussione sui differenti concetti di centralità ed applicazione a diverse reti di esempio	DC, CC, BC
Freeman et al. (1980)	Concettuale ed Empirico	Identificazione di un'appropriata misura di centralità per contesti di problem solving di gruppo	DC, CC, BC
Gneiser et al. (2010)	Concettuale	Misure di centralità per social networks on line Development of requirements for a CM for online	DC, CC, BC, PageRank-based CM
Kiss and Bichler (2008)	Empirico	Comparazione delle performances tra le varie tecniche di misurazione di centralità	DC, CC, BC, EC HITS-based,
Volpentesta and Felicetti (2012b)	Concettuale	Approccio all'individuazione degli opinion leader in un social network online tempo-varianti	EC, Dynamic Centrality
Nieminen (1974)	Concettuale	Assiomi per le misure di centralità	DC
Sabidussi (1966)	Concettuale	Assiomi per le misure di centralità	Diversi indici

Tabella 1: Approcci allo studio della centralità

3.1 PROPRIETA' DELLE MISURE DI CENTRALITA' NEI SOCIAL NETWORK

Formalmente, una misura di "interconnessione" di un generico nodo x in un grafo G è definibile tramite un'operazione di mapping $\sigma_G : V_G \rightarrow \mathbb{R}_0^+$ che assegna un numero reale non negativo a ciascun nodo x appartenente all'insieme dei nodi della rete V_G ($x \in V_G$), dove un elevato valore di σ_G indica un buon grado di interconnessione (importanza). In caso di struttura topologica identica di due nodi x ed y all'interno di una rete, l'applicazione di una tecnica di centralità dovrebbe condurre allo stesso valore $\sigma_G(x) = \sigma_G(y)$ per entrambi i nodi (Sabidussi,

1966). Due nodi x ed y possono essere considerati “strutturalmente identici” all’interno di una rete se è possibile un’operazione di “renaming” di tutti i nodi in modo che tutti gli archi (o i lati) esistenti rimangano, ed x venga mappato in y , vale a dire se esiste un automorfismo $\eta : V_G \rightarrow V_{G'}$ con $y = \eta(x)$. Un automorfismo è un isomorfismo di un oggetto matematico (nel nostro caso, un grafo) in se stesso. È, in un certo senso, una simmetria dell'oggetto, e un modo di mappare l'oggetto in se stesso preservando tutte le sue strutture caratteristiche. Formalmente, due grafi $G = (V_G, E_G)$ and $G' = (V_{G'}, E_{G'})$ possono essere considerate isomorfe se esiste un’applicazione biunivoca $\eta : V_G \rightarrow V_{G'}$ con $(a, b) \in E_G$ se e solo se $(\eta(a), \eta(b)) \in E_{G'}$ per ogni $a, b \in V_G$. A titolo esemplificativo si può far riferimento alla seguente figura dove i nodi 1 e 5, così come i nodi 2 e 4 sono identicamente integrate nella rete in termini di struttura topologica, visto che i nodi possono essere mappati in ciascun altro attraverso le seguenti operazioni di “renaming” $2 \rightarrow 4, 4 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 5, 5 \rightarrow 1$ e gli archi $(1, 2) (4, 5) (2, 3) (3, 4)$ and $(2, 4)$ rimangono.

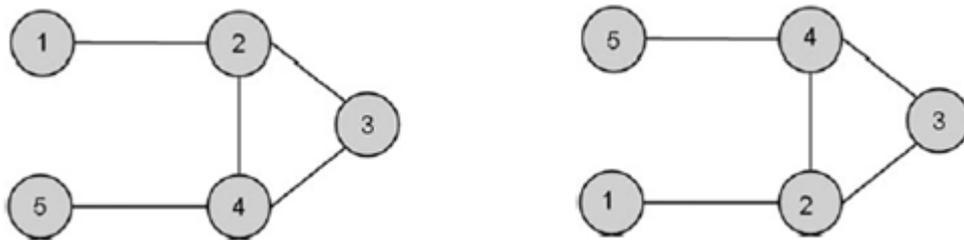


Figura 10: Esempio di Isomorfismo del grafo

E' possibile fare inoltre ulteriori considerazioni sul comportamento delle misure di centralità quando viene cambiata la struttura della rete, ad esempio aggiungendo nuove relazioni (nuovi archi). Con una relazione aggiuntiva tra un attore x ed un altro attore y nella rete, le opportunità di comunicazione ed interazione possono aumentare se x acquisisce una connessione “più diretta” con y (vale a dire una minore distanza $d_G(x, y)$). La distanza $d_G(x, y)$ tra gli attori x ed y è definita come il percorso di lunghezza minima (“shortest path”) tra tutti

quelli che conducono da x ad y . In questo contesto, Davis (1969) assume che il flusso di informazioni tra due attori decresce in maniera proporzionale alla lunghezza della loro connessione, ovvero alla distanza tra i due membri della rete. Un basso numero di contatti intermedi tra due attori rende la comunicazione più facile ed inoltre, più due attori sono vicini, maggiore è la possibilità e la volontà di rivelare informazioni importanti (Algesheimer and von Wangenheim 2006). In definitiva un attore x possiede un elevato potere in termini di scambio di informazioni quando è direttamente connesso ad un altro attore y . Questa condizione deve riflettersi nel valore di centralità di x così come espresso nella **proprietà 1**.

Potrebbe inoltre essere vantaggioso per l'interazione in un social network se un attore può contattare altri membri attraverso percorsi diversi (Davis 1969, p. 549). In questo modo, un'interruzione di flusso lungo un singolo percorso può essere compensata. Un'attore della rete generalmente riceve informazioni diverse da diversi "percorsi" nella rete. Grazie ai benefici derivanti dalla distanza breve tra due attori, come descritto precedentemente, un percorso assume un valore maggiore al diminuire della lunghezza del percorso. Se ci sono più "percorsi brevi" che legano due attori, questo attore diventa più indipendente rispetto agli attori che si trovano nel percorso che li frappono. Al contrario, considerando due nodi x , y quali sorgente e destinatario del percorso, ed un nodo z che viene attraversato dai processi di comunicazione tra i due nodi precedentemente introdotti, al crescere del numero dei percorsi tra x , y che passeranno per z , allora crescerà l'importanza del nodo intermedio z . Questo concetto è espresso dalla misura di centralità definita da Freeman come *betweenness* (Freeman, 1979). Quindi, un incremento degli shortest path passanti da un nodo, influenzano positivamente la misura della centralità del nodo stesso (**proprietà 2**).

Nel caso in cui la rete ammetta relazioni simmetriche, l'aggiunta di una relazione aggiuntiva tra due attori x ed y è sempre vantaggiosa per entrambe le parti coinvolte se questo garantisce un migliore raggiungimento delle risorse della

rete. Se tuttavia un attore x era precedentemente connesso rispetto ad un attore y , ci si aspetterebbe che il rank dell'attore in termini di centralità rimanga uguale dopo l'aggiunta del nuovo contatto, in quanto essendo i due nodi già legati, ciò non dovrebbe aggiungere valore alla relazione (**proprietà 3**)

Proprietà 1: Monotonicità rispetto alla distanza degli attori

Se la distanza tra un attore x ad almeno un altro attore y viene ridotta attraverso l'inserimento di una relazione aggiuntiva nella rete, allora il coefficiente di centralità di x aumenta.

Formalmente:

Se $V_G = V_{G'}$, $v, w, x, y \in V_G$, $v \neq w$, $x \neq y$, $(v,w) \notin E_G$, $E_{G'} = E_G \cup (v,w)$ e se la distanza tra x ed y grazie all'aggiunta di una relazione aggiuntiva tra v e w è tale per cui $d_{G'}(x, y) < d_G(x, y)$, allora segue che

$$\sigma_{G'}(x) > \sigma_G(x).$$

Qualora la relazione sia simmetrica, allora anche $\sigma_{G'}(y) > \sigma_G(y)$.

Proprietà 2: Monotonicità rispetto al numero degli "shortest path"

Se il numero degli "shortest path" tra un attore x ad almeno un altro attore y aumenta attraverso l'inserimento di una relazione aggiuntiva nella rete, allora il coefficiente di centralità di x aumenta.

Formalmente:

Se $V_G = V_{G'}$, $v, w, x, y \in V_G$, $v \neq w$, $x \neq y$, $(v,w) \notin E_G$, $E_{G'} = E_G \cup (v,w)$ e se si aggiunge una nuova relazione tra v e w che consente di aumentare il numero di shortest path tra x ed y , ovvero $d_{G'}^{(v,w)}(x,y) > d_G(x, y)$ (dove $d_{G'}^{(v,w)}(x,y)$ indica un percorso tra x ed y passante dall'arco (v,w)). Qualora il percorso $d_{G'}^{(v,w)}(x,y)$ esista solo in seguito all'aggiunta dell'arco (v, w) allora il numero di percorsi tra x ed y

aumenta, allora segue che

$$\sigma_{G'}(x) > \sigma_G(x).$$

Qualora la relazione sia simmetrica, allora anche $\sigma_{G'}(y) > \sigma_G(y)$.

Proprietà 3: Invarianza del ranking su relazioni già esistenti.

Con l'aggiunta di una relazione aggiuntiva tra due attori x ed y , qualora questi due nodi siano già in relazione, il ranking dei due membri non cambia.

Se $V_G = V_{G'}$, $x, y \in V_G$, $x \neq y$, e se si aggiunge una nuova relazione tra x e y , comunque $\sigma_{G'}(x) = \sigma_G(x)$ e $\sigma_{G'}(y) = \sigma_G(y)$

Bisogna tuttavia sottolineare che questa terza proprietà perde di significato nel caso di multigrafi e di grafi pesati. In quel caso è opportuno considerare che l'aggiunta di una nuova relazione o la modifica di un peso influisce sulla "strengthness" (ovvero sull'importanza) della relazione tra i due nodi e di conseguenza sulla misura di centralità dei due nodi coinvolti nella relazione stessa.

3.2 ANALISI DELLE MISURE DI CENTRALITA'

Degree Centrality

La Degree Centrality rappresenta la più semplice misura di centralità ed è determinata dal numero dei "contatti diretti" come indicatore della qualità dell'interconnessione di un membro nella rete (Nieminen 1974). Utilizzando una matrice di adiacenza $A = (a_{ij})$ e può essere formalizzato come segue:

$$\sigma_D(x) = \sum_{j=1}^n a_{xj}$$

Di conseguenza, la misura di centralità di un nodo x cresce al crescere del numero dei nodi con cui il nodo x è in contatto diretto.

Nel grafo in figura, a titolo di esempio, segue che $\sigma_D(1) = 1$ visto che l'attore 1 ha una sola relazione diretta con l'attore 2, mentre l'attore 4 ha una misura di centralità $\sigma_D(4) = 3$.

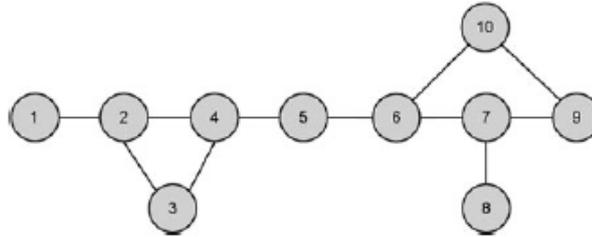


Figura 11: Grafo di Esempio

La tabella seguente mostra i valori di centralità per tutti i membri della rete di esempio appena presentata.

Degree Centrality										
Attore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sigma_D(x)$	1	3	2	3	2	3	3	1	2	2
Rank	9	1	5	1	5	1	1	9	5	5

Tabella 2: Calcolo della Degree Centrality

Rispetto alle tre proprietà precedentemente illustrate, lo svantaggio principale della Degree Centrality è che i contatti indiretti non vengono considerati. Quindi, una riduzione della distanza tra un attore x con un altro attore y risultante dall'aggiunta di una relazione aggiuntiva in molti casi non incrementa il valore di centralità. L'intensificazione della connessione attraverso altri "shortest path" tra un nodo x ed un altro nodo y non incrementa il valore di centralità dal momento che la Degree Centrality considera solamente i contatti diretti. Inoltre, per

quanto riguarda la proprietà 3, nel caso di un grafo non diretto e non pesato, una connessione diretta può esistere solo una volta, perciò la terza proprietà non viene violata. In conclusione, le proprietà 1 e 2 non vengono generalmente rispettate: l'unico caso in cui l'aggiunta di un nuovo arco consente un incremento del valore di centralità è quando coinvolge una connessione diretta uscente (o entrante) nel nodo considerato. Tuttavia l'aggiunta del suddetto nodo incrementa di 1 il ranking dei nodi che si trovano agli estremi dell'arco, mentre il valore di centralità degli altri attori non viene modificato.

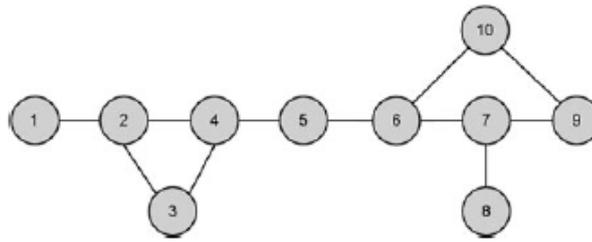
Closeness Centrality

La Closeness Centrality si basa sull'idea che i nodi con una distanza breve con altri nodi possono diffondere informazioni in maniera più efficace attraverso la rete (Beauchamp, 1965). Al fine di calcolare la Closeness Centrality di un nodo, la distanza tra un nodo x e tutti gli altri nodi della rete vengono sommate.

La "Closeness Centrality" si basa sul concetto di vicinanza, ossia sulla distanza geodetica, ossia il percorso più breve tra due nodi in un grafo (shortest path), tra un generico nodo e tutti gli altri nodi raggiungibili da esso. Indicando con V l'insieme dei nodi della rete è possibile esprimere una misura di closeness per un generico nodo i come segue:

$$\sigma_c(x) = \frac{1}{\sum_{j \in V \setminus i} d(i, j)}$$

Dove $d(i, j)$ rappresenta lo *shortest path* (o distanza geodetica) tra il nodo i ed il nodo j . Per il nodo 4 nella rete in figura risulta un valore di centralità $\sigma_c(4)=1/21$. Questo è dovuto al fatto che dal nodo 4, per raggiungere gli attori $x = 2, 3, 5$, la distanza $d(4, x) = 1$, per raggiungere i nodi $x = 1, 6$; $d(4, x) = 2$; per raggiungere i nodi $x = 7, 10$; $d(4, x) = 3$; ed infine per raggiungere i nodi $x = 8, 9$; $d(4, x) = 4$;



Perciò la misura di centralità per il nodo 4 sarà la seguente:

$$\sigma_c(4) = \frac{1}{1 + 1 + 1 + 2 + 2 + 3 + 3 + 4 + 4} = \frac{1}{21}$$

Closeness Centrality										
Attore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sigma_c(x)$	1/34	1/26	1/27	1/21	1/19	1/19	1/23	1/31	1/29	1/25
Rank	10	6	7	3	1	1	4	9	8	5

Tabella 3: Calcolo della Closeness Centrality

Per la Closeness Centrality, la riduzione della distanza con almeno un altro attore quando si aggiunge una relazione conduce ad un valore più piccolo del denominatore della formula, perciò determina un valore di centralità maggiore, soddisfacendo quindi la proprietà 1. Tuttavia, nella formula viene presa in considerazione solo la distanza tra due differenti attori. Quindi l'aggiunta di un arco che determina l'aumento del numero di shortest path tra due nodi non influenza positivamente il valore di centralità, così come illustrato nella seguente figura:

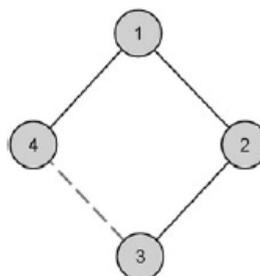


Figura 12: Grafo di Esempio

In questo grafo, sia prima che dopo l'aggiunta dell'arco (3, 4), la closeness centrality del nodo 1, $\sigma_c(1) = 1/4$, nonostante il nuovo nodo faccia passare a 2 gli "shortest path" tra il nodo 1 ed il nodo 3.

Nella rete rappresentata nella figura successiva, l'aggiunta di un arco tra 1 e 2 fa cambiare la misura di centralità dei due nodi:

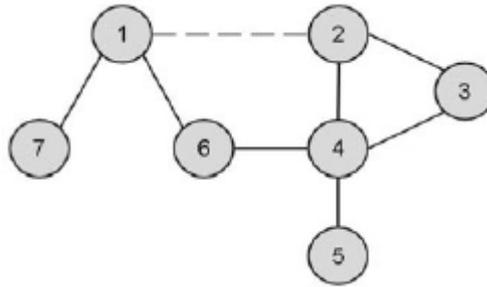


Figura 13: Grafo di Esempio

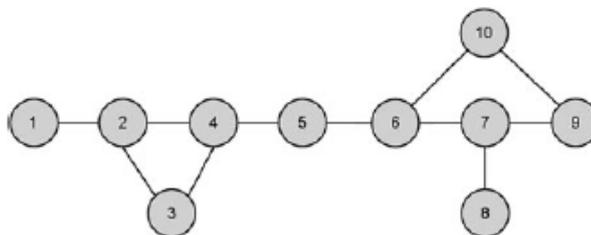
Mentre inizialmente i valori di centralità di $\sigma_c(1) = \sigma_c(2) = 1/13$, la nuova configurazione di rete risultante dall'aggiunta dell'arco (1, 2) determina un cambiamento nei valori di centralità dei due nodi, ovvero $\sigma_c(1) = 1/10 < \sigma_c(2) = 1/9$.

Betweenness Centrality

Nel caso della Betweenness Centrality, un membro della rete è considerato "ben connesso" se è localizzato all'interno del maggior numero di shortest path tra tutte le coppie di nodi presenti nella rete. L'assunzione che sottende a questa misura di centralità è che l'interazione tra 2 nodi x ed y non direttamente connessi dipende dai nodi che si frappongono tra x ed y . Se indichiamo con g_{ij} il numero dei cammini minimi tra la coppia di nodi (i, j) e con $g_{ij}(x)$ il numero dei cammini minimi tra la coppia di nodi (i, j) passanti per il nodo x , è possibile indicare una misura di betweenness centrality come segue:

$$\sigma_B(x) = \sum_{i=1, i \neq x}^n \sum_{j=1, j < i, j \neq x}^n \frac{g_{ij}(x)}{g_{ij}}$$

Prendendo in considerazione la seguente rete



Le misure di centralità individuate sono le seguenti:

Betweenness Centrality										
Attore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sigma_B(x)$	0	8	0	18	20	21	11	0	1	6
Rank	8	5	8	3	2	1	4	8	7	6

Tabella 4: Calcolo della Betweenness Centrality

Se prendiamo ad esempio il grafo nella figura successiva, la Betweenness Centrality non rispetta le proprietà precedentemente elencate:

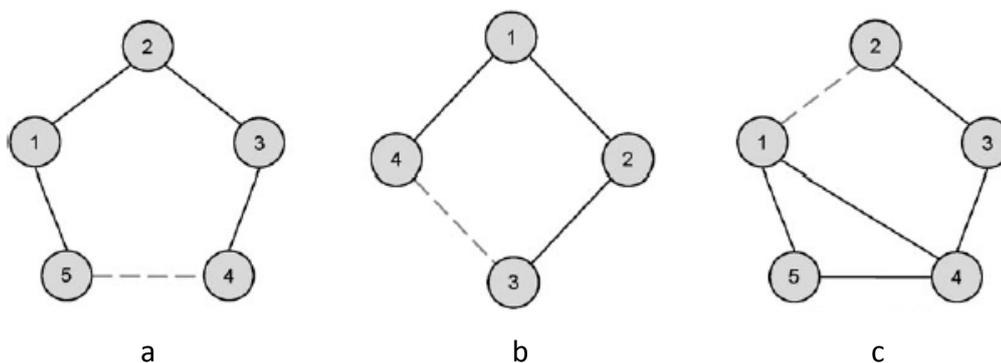


Figura 13: Grafi di Esempio

Nel reticolo "a", l'attore 1 ha un valore di centralità $\sigma_B(1) = 3$, mentre dopo l'aggiunta della connessione (4, 5), il valore di centralità diventa $\sigma_B(1) = 1$,

nonostante si sia ridotta la distanza con il nodo 4, violando così la Proprietà 1. Il reticolo B mostra che la proprietà 2 non è soddisfatta: infatti se prima il valore di betweenness del nodo 1 è $\sigma_B(1) = 2$, dopo aver aggiunto l'arco (3, 4), il valore di centralità diventa $\sigma_B(1) = 0,5$ sebbene ci siano due percorsi di lunghezza 2 tra l'attore 1 e 3.

Eigenvector Centrality

Questa misura di centralità, conosciuta anche come “rank prestige” si basa sull'idea che un nodo è “più centrale” se è in relazione con nodi che sono a loro volta “centrali”, pertanto l'importanza di un nodo non dipende esclusivamente dal numero di nodi ad esso adiacenti ma anche dal grado di centralità di questi ultimi. Dunque l'assunzione di base che bisogna fare (nota come *mutually reinforcing relationship*) è che un “lato importante” è un lato (arco) connesso a vertici importanti, mentre un “nodo importante” è un nodo che appartiene a lati (archi) importanti. E' possibile esprimere tale assunzione numericamente come segue. Sia W la matrice di incidenza del grafo $G(V,E)$, dove V rappresentano i vertici ed E i lati (archi). Sia x_i l'importanza di un nodo v_i e y_j l'importanza di un lato (arco) e_j .

Indichiamo con X il vettore associato ai nodi, contenente una misura della loro importanza:

$$X = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_m),$$

dove x_i rappresenta una misura di importanza dell' i -esimo nodo.

Indichiamo con Y il vettore associato agli archi, contenente una misura della loro importanza:

$$Y = (y_1, \dots, y_t, \dots, y_n),$$

dove y_t rappresenta una misura di importanza della t – esima relazione.

L'importanza dell' i – *esimo* nodo deriva in maniera proporzionale dai contributi forniti da tutte le relazioni di influenza cui partecipa:

$$x_i = c_1 \sum_{t=1}^n w_{it} y_t , \quad \text{per ogni } i = 1, \dots, m. \quad (1)$$

L'importanza della t – *esima* relazione di influenza deriva in maniera proporzionale dai contributi forniti dagli utenti che vi partecipano:

$$y_t = c_2 \sum_{i=1}^m w_{it} x_i , \quad \text{per ogni } t = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Possiamo dunque esprimere le equazioni (1) e (2) secondo una notazione matriciale, considerando che w_{it} rappresenta il generico elemento della matrice di incidenza $W^{m \times n}$.

$$\left\{ \begin{array}{l} X = c_1 W Y \\ Y = c_2 W^T X \end{array} \right. \quad (3)$$

$$(4)$$

Sostituendo l'equazione (3) nella (4) e viceversa ottengo:

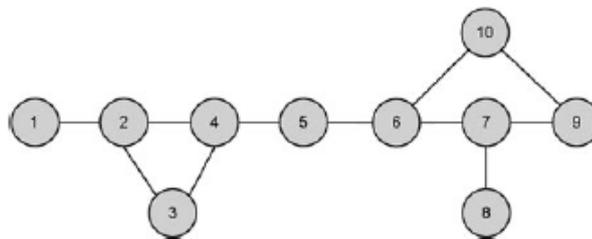
$$\left\{ \begin{array}{l} X = c_1 c_2 W W^T X \\ Y = c_1 c_2 W^T W Y \end{array} \right.$$

Si giunge dunque al seguente risultato:

$$\left\{ \begin{array}{l} W W^T X = \lambda X \\ W^T W Y = \lambda Y \end{array} \right.$$

$$\text{dove } \lambda = \frac{1}{c_1 c_2}$$

Come già precedentemente precisato, dal teorema di Perron-Frobenius è possibile dire che una soluzione al sistema di equazioni può essere data considerando $\lambda = \lambda^*$, dove λ^* è l'autovalore dominante di $W^t W$, che sarà uguale all'autovalore dominante di $W W^t$. Perciò $X = X^*$ è un'autovettore non negativo di $W W^t$ nell'autospazio associato con λ^* mentre $Y = Y^*$ è un'autovettore non negativo di $W^t W$ in the nell'autospazio associato con λ^* . Una normalizzazione di X^* sarà quindi una misura di importanza degli utenti, mentre una normalizzazione di Y^* importanza delle relazioni di influenza.



Eigenvector Centrality										
Attore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sigma_E(x)$	0,171	0,413	0,363	0,463	0,342	0,363	0,292	0,121	0,221	0,242
Rank	9	2	3	1	5	3	6	10	8	7

Tabella 5: Calcolo della Eigenvector Centrality

Rank	Degree Centrality	Betweenness Centrality	Closeness Centrality	Eigenvector Centrality
1	2,4,6,7	6	5,6	4
2		5		2
3		4	4	3, 6
4		7	7	
5	3,5,9,10	2	10	5
6		10	2	7
7		9	3	10
8		1,3,8	9	9
9	1, 8		8	1
10			1	8

Tabella 6: Tabella di confronto tra le varie misure di centralità calcolate sul grafo di esempio

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI CAPITOLO 3

1. Scott, J., "L'analisi delle reti sociali" (1997) traduzione italiana a cura di Enrica Amaturò, La Nuova Italiana Scientifica di "Social Network Analysis: A Handbook", Sage Publications, London, 1991.
2. Moreno, J. L., The sociometry reader The Free Press, Glencoe, (1960);
3. Scott, J., Social network analysis: A handbook Sage, London (1991)
4. Breiger, R.L., The social class structure of occupational mobility. American Journal of Sociology. 87, 578-611, (1981)
5. Breiger, R.L., Social Mobility and Social Structure. Cambridge, England: Cambridge University Press, (1990)
6. Nemeth, R.I, Smith, D.A., International trade and world-system structure, A multiple network analysis. Review. 8, 517-560, (1985).
7. Snyder, D., Kick, E., Structural position in the world system and economic growth 1955-70: A multiple network analysis of transnational interactions. American Journal of Sociology. 84, 1096-1126, (1979)
8. Laumann, E.O., Marsden, P.V., and Galaskiewicz, J., Community-elite influence structures: Extension of a network approach. American Journal of Sociology. 83, 594-631, (1977).
9. Friedkin, N.E., A formal theory of social power. Journal of Mathematical Sociology. 12, 103-126, (1986)

10. Friedkin, N.E., and Cook, K.S., Peer group influence. *Sociological Methods & Research*. 19, 122-143, (1990)
11. Doreian, P., Estimating linear models with spatially distributed data. In Leinhardt, S. (ed.), *Sociological Methodology 1981*, pages 359-388. San Francisco : Jossey-Bass, (1981)
12. Marsden, P.V. Network Data and Measurement. *Annual Review of Sociology*. 16, 435-463. (1990)
13. Kapferer, B., Norms and the manipulation of relationships in a work context. In Mitchell, J.e. (ed.), *Social Networks in Urban Settings*, pages 181-244. Manchester, England : Manchester University Press. (1969)
14. Thurman, B. In the office: Networks and coalitions. *Social Networks*. 2, 47-63, (1980)
15. Zachary, W.W., Modeling social network processes using constrained flow representations. *Social Networks* 6, 259-292, (1984)
16. Rogers, E.M., Network analysis of the diffusion of innovations. In Holland, P.W., and Leinhardt, S. (eds.), *Perspectives on Social Network Research*, pages 137-164. New York: Academic Press, (1979)
17. Berkowitz, S.D., Markets and market-areas: Some preliminary References formulations. In Wellman, B. and Berkowitz, S.D. (eds.), *Social Structures: A Network Approach*, pages 261-303. Cambridge, England: Cambridge University Press, (1988).
18. Leifer, E.M., and White, H.c., A structural approach to markets. In Mizruchi, M.S., and Schwartz, M. (eds.), *Intercorporate Relations: The Structural Analysis of Business*, pages 85-108. Cambridge, England : Cambridge University Press, (1987).
19. Freeman, L.c.. Turning a profit from mathematics: The case of social networks. *Journal of Mathematical Sociology*. 10, 343-360, (1984).
20. Marsden, P.V., Laumann, E.O., Mathematical ideas in social structural analysis. *Journal of Mathematical Sociology*. 10, 271-294, (1984)
21. Seidman, S.B., and Foster, B.L., A graph-theoretic generalization of the clique concept. *Journal of Mathematical Sociology*. 6, 139-154, (1978)
22. Sailer, LD., and Gaulin, S.J.C., Proximity, sociality, and observation : The definition of social groups. *American Anthropologist*. 86, 91-98, (1984)
23. Freeman, L.e., Alliances: A new formalism for primary groups and its relationships to cliques and to structural equivalences. (1988)
24. Levine, J.R., The sphere of influence. *American SOciological Review*. 37, 14-27, (1972)
25. McPherson, J.M., Hypernetwork sampling: Duality and differentiation among voluntary organizations. *Social Networks*. 3, 225-249, (1982)
26. Faust, K.. Comparison of methods for positional analysis: Structural and general equivalences. *Social Networks*. 10, 313-341, (1988)
27. Borgatti, S.P., and Everett, M.G.. The notion of position in social network analysis. In Marsden, P. (ed.), *SOCiological Methodology*, 1992. London : Basil Blackwell, (1992)

28. Wasserman, S., Faust, K., *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, (1994)
29. Carrington, P. J., Scott, J., Wasserman, S., *Models and Methods in Social Network Analysis*, Canadian Journal of Sociology Online, September–October, (2005);
30. Berge, Claude. *Graphs and Hypergraphs*. New York: Elsevier, (1973).
31. Bonacich, Philip, Annie Cody Holdren, and Michael Johnston, “Hyper-edges and multidimensional centrality”, *Social Networks* 26, 189–203, (2004).
32. Martelli, A. and Montanari, U., *Additive AND/OR graphs*, Proc. IJCAI, 3, 1973, pp.1-11. (1973)
33. Boley, H., Directed recursive labelnode hypergraphs: a new representation language, *Artificial Intelligence*, 9, pp.49-85. (1977)
34. Nguyen, S. and Pallottino, S., *Hyperpaths and shortest hyperpaths*, in: “Combinatorial Optimization” (B. Simeone, ed.), “Lecture Notes in Mathematics”, 1403, Springer-Verlag, Berlin, pp.258-271 (1989)
35. Gallo, G., Longo, G., Nguyen, S. and Pallottino, S., *Gli ipergrafi orientati: un nuovo approccio per la formulazione erisoluzione di problemi combinatori*, Atti AIRO 89, 1989, pp.217-236. (1989)
36. Gallo, G., Longo, G., Nguyen, S. and Pallottino, S., *Directed Hypergraphs and Applications*, *Discrete Applied Mathematics*, 40, pp.177-201, (1993)
37. Nielsen, L.R. and Pretolani, D., *A remark on the definition of a B-Hyperpath*, Technical report of Department of Operation Research, University of Aarhus, (2001).
38. Volpentesta, Antonio. P., “Hypernetworks in a directed hypergraph”, *European Journal of Operational Research* 188, (2008):390–405.
39. Sabidussi, G., The centrality index of a graph. *Psychometirka*, V. 31, 581–603, (1966).
40. Bonacich, P., Factoring and weighting approaches to clique identification. *Journal of Mathematical Sociology*, V. 2, pp. 113-120, (1972)
41. Freeman, L.C., A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, V. 40, pp. 35–41, (1977)
42. Borgatti SP, Everett MG A graph theoretic perspective on centrality. *Social Networks* 28(4):466–484, (2006)
43. Volpentesta, A. P., Felicetti, A. M., Representing and Mapping Research Competencies within a Scientific Community, to appear in *KNOWLEDGE MANAGEMENT: AN INTERNATIONAL JOURNAL*, (2012a)
44. Shaw ME, Group structure and the behavior of individuals in small groups. *Journal of Psychology* 38:139–149, (1954)
45. Nieminen J, On the centrality in a graph. *Scand J Psychol* 15(1):332–336, (1974)
46. Beauchamp MA, An improved index of centrality. *Behav Sci* 10(2):161–163, (1965)

47. Bonacich P, Lloyd P, Eigenvector-like measures of centrality for asymmetric relations. *Social Networks* 23(3):191–201, (2001)
48. Lee S, Yook SH, Kim Y, Centrality measure of complex networks using biased random walks. *Eur Phys J B* 68(2):277–281, (2009)
49. Rousseau R, Zhang L, Betweenness centrality and Q-measures in directed valued networks. *Scientometrics* 75(3):575–590, (2008)
50. Okamoto K, Chen W, Li XY, Ranking of closeness centrality for large-scale social networks. In: Preparata FP, Wu X, Yin J (eds) *Frontiers in algorithmics*. Springer, Berlin, pp 186–195, (2008)
51. Kiss C, Bichler M, Identification of influencers – measuring influence in customer networks. *Decis Support Syst* 46(1):233– 253, (2008).
52. Volpentesta, A. P., Felicetti, A. M., Identifying opinion leaders in time-dependent Commercial Social Networks, PRO-VE'12 - 13th IFIP Working Conference on Virtual Enterprises, (2012b);
53. Costenbader E, Valente TW, The stability of centrality measures when networks are sampled. *Social Networks* 25(4):283– 307, (2003)
54. Gneiser M, Heidemann J, Landherr A, Klier M, Probst F., Valuation of online social networks taking into account users' interconnectedness. *ISeBM Special Issue*, (2010).
55. Davis JA, Social structures and cognitive structures. In: Abelson et al (eds) *Theories of cognitive consistency*. RandMcNally, Chicago De Valck K (1969)
56. Algesheimer R, von Wangenheim F A network based approach to customer equity management. *JRM* 5(1):39–57, (2006).

CAPITOLO 4: UN MODELING FRAMEWORK PER LA MAPPATURA DELLE COMPETENZE NELLE COMUNITA' SCIENTIFICHE

1. Definizione di un "research competence model"

La ricerca scientifica può essere definita come "un'attività che mira a scoprire, interpretare e revisionare, in maniera "non triviale", fatti, eventi e teorie, utilizzando un approccio metodologico al fine di aggiungere nuova conoscenza o migliorare il corpo di conoscenze attualmente disponibile"(Howard and Sharp 1983).

Coerentemente con le definizioni di "competence" e "competency" definite nel primo capitolo, in questo lavoro viene introdotta la seguente terminologia:

- *Research competence*: un set di abilità e conoscenze che sono richieste al fine di svolgere in maniera efficiente ed efficace una specifica attività di ricerca in un particolare dominio di applicazione.
- *Research competency*: una "research competence" che un ricercatore ha mostrato di possedere a seguito dello svolgimento di attività di ricerca.
- *Research competency profile*: l'insieme di tutte le "research competencies" possedute da un ricercatore.
- *Research competency map*: una rappresentazione dell'insieme dei *competency profiles* dei ricercatori appartenenti ad una specifica comunità scientifica.

Ciascuna comunità scientifica è caratterizzata da specifiche attività di ricerca che la contraddistinguono. Tuttavia è possibile affermare, senza perdita di generalizzazione, che una comunità scientifica, al fine di svolgere le proprie attività di ricerca adotta un set di approcci ed un metodo scientifico su specifici ambiti di ricerca. Ciò consente di affermare che un'attività di ricerca (research activity) può essere strettamente associata ad una tripla (a, p, s), dove:

- $a \in \mathcal{A}$, dove \mathcal{A} è l'insieme degli "approcci alla ricerca" (Research Approaches);
- $p \in \mathcal{P}$, dove \mathcal{P} rappresenta l'insieme delle fasi di una ricerca scientifica (phases of an inquiry method);
- $s \in \mathcal{S}$, dove \mathcal{S} rappresenta l'insieme degli argomenti di ricerca (subjects) condivisi all'interno della comunità scientifica.

In questo lavoro si considera una "Research Competence" (RCe), come un set di conoscenze ed abilità richieste per svolgere una specifica attività di ricerca, associata ad una generica tripla (a, p, s) .

Al fine di mappare le competenze in una comunità scientifica è necessario introdurre un modello di rappresentazione delle competenze. Questo modello verrà utilizzato dagli esperti della comunità nel loro processo di analisi semiautomatica e classificazione della produzione scientifica (research papers) pubblicati dai membri (researchers) della comunità scientifica.

Di seguito, viene proposto un modello basato sulla struttura logica degli ipergrafi diretti che rappresenta la relazione tra concetti relativi ai "research approaches" (\mathcal{A}), fasi del metodo scientifico (\mathcal{P}) ed oggetto della ricerca ("field of inquiry") (\mathcal{S}).

Ciascun nodo dell'ipergrafo può ricadere nelle seguenti categorie:

- Concetto "non sviluppato" (Undeveloped concept node)
- Concetto "sviluppato" (Developed concept node)
- Istanziamento del Concetto (Concept instantiation node)

mentre ciascun iperarco diretto rappresenta "come" un concetto è sviluppato, connettendo un set di nodi (coda dell'iperlato) con un set di nodi (testa dell'iperarco). Questo vuol dire che il concetto di research competence (RCe) può essere rappresentata da un ipergrafo diretto H_0 consistente in solo un iperarco così come mostrato nella seguente figura:

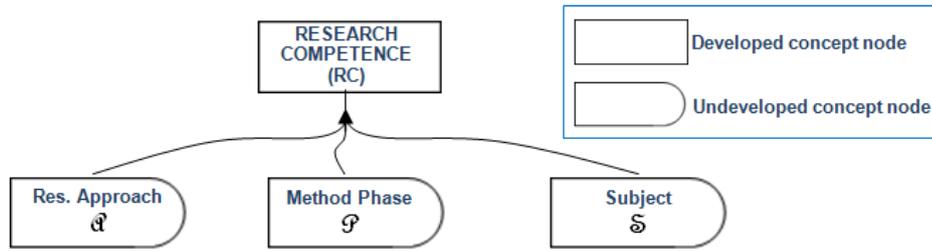


Figura 1. Research Competence rappresentato tramite un ipergrafo diretto

La rappresentazione tramite l'ipergrafo diretto sottolinea la relazione tra il concetto sviluppato RC ed i concetti non sviluppati @, P, S.

Questa struttura logica può essere ricorsivamente utilizzata per rappresentare lo sviluppo degli "undeveloped concept nodes", introducendo istanziazioni dei concetti oppure nuovi concetti che possono essere ulteriormente sviluppati. In questo modo è possibile estendere l'ipergrafo iniziale H_0 in un nuovo ipergrafo H_1 . Questo processo termina quando, al passo n, ciascun nodo che non è testa di un qualsiasi iperarco in H_n è un nodo istanziazione. Inoltre, se aggiungiamo un nodo dummy s ed un semplice iperarco $(\{s\}, x)$ per ogni nodo istanziazione x, otteniamo un (s,d) -hypernetwork (Volpentesta, 2008): una istanziazione di un concetto di RC è associato ad un ipercammino s-d, dove d è il nodo RC

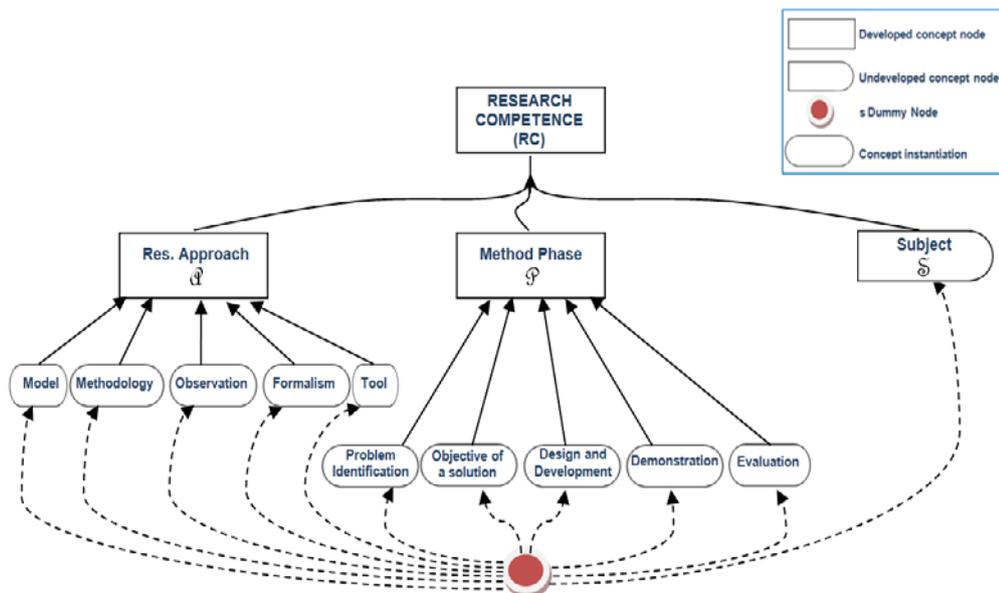


Figura 2. H_1 . Prima istanziazione dell'ipergrafo in figura 1 per una comunità scientifica

1.1 Approcci alla ricerca.

Un approccio alla ricerca (research approach) riguarda la modalità e gli strumenti utilizzati al fine di condurre un lavoro di ricerca. La ricerca si pone, come già detto, l'obiettivo di produrre nuova conoscenza, espressa sotto forma di un particolare risultato (Shaw 2002). L'output di una ricerca scientifica può riguardare la creazione di una conoscenza sui temi specifici della comunità scientifica (ovvero nuova conoscenza su un determinato subject $s \in \mathfrak{S}$), oppure nuova conoscenza su un uno specifico research approach. In questo senso si tratta di una sorta di meta-conoscenza, ovvero nuova conoscenza sulla conoscenza degli approcci alla ricerca utilizzati dalla comunità.

Gli approcci alla ricerca possono essere classificati come segue:

- **Modelli** (Qualitativi/descrittivi, Empirici, Analitici): l'attività di ricerca è focalizzata sulla definizione di una visione astratta e semplificata della realtà, al fine di fornire un modo più facile per capire le componenti e le relazioni che il modello rappresenta, nel tentativo di racchiudere pienamente la complessità del mondo reale che si intende rappresentare. E' possibile identificare essenzialmente 3 tipi di modelli:
 - **Modelli analitici**: I modelli analitici si riferiscono alla descrizione di un sistema attraverso l'utilizzo di un formalismo matematico. Lo scopo di questo tipo di modelli è quello di rappresentare sofisticate relazioni tra concetti attraverso relazioni matematiche. Questi modelli vengono costruiti utilizzando formalismi logici e vengono testati attraverso l'utilizzo di dati empirici o simulazioni.
 - **Modelli empirici**: ci si riferisce a modelli costruiti a partire da un'accurata analisi dei dati, rilevati attraverso l'osservazione del "mondo reale", oppure esperimenti. I modelli empirici costruiti a partire da sperimentazioni riguardano l'investigazione delle relazioni tra i componenti del sistema ed all'individuazione dell'effetto sulle variabili dipendenti a seguito della manipolazione del sistema.

- **Modelli qualitativi o descrittivi:** lo scopo di tali modelli è quello di esprimere la complessità del mondo reale attraverso relazioni logiche. Questo approccio utilizza relazioni tra i concetti, sviluppati secondo un principio di consistenza interna, attraverso il ragionamento logico. Esempi di questa tipologia di approccio riguardano strutture o tassonomie, frameworks, checklists etc..
- **Metodologie / tecniche:** La ricerca si focalizza sulla definizione di un nuovo (o migliore) approccio sistematico ed una procedura (o processo) orientato al raggiungimento di un obiettivo specifico.
- **Formalismi:** la ricerca riguarda la definizione, il miglioramento, l'analisi o l'utilizzo di un sistema formale di simboli con un particolare significato e di regole per combinare questi simboli.
- **Tools:** la ricerca si focalizza sulla progettazione, il miglioramento, l'implementazione di un dispositivo o un'entità che funga da interfaccia tra due o più domini al fine di facilitare e rendere più efficace l'interazione tra i suddetti domini. Un tool è una risorsa che viene utilizzato per produrre od ottenere qualcosa, ma non viene "consumato" all'interno del processo.
- **Observations:** A partire da riflessioni su uno o più concetti già sviluppati nella letteratura scientifica o da lesson learned da esperienze o progetti, l'attività di ricerca riguarda la produzione di osservazioni interessanti che condurrà alla produzione di nuova conoscenza, al miglioramento di quella già esistente attraverso l'utilizzo di uno degli approcci elencati precedentemente (un modello, un metodo, ...).

1.2 Fasi di un lavoro di ricerca.

Esistono diversi modi per descrivere il metodo scientifico utilizzato in un processo di ricerca e bisogna anche sottolineare che le procedure possono variare da un ambito di ricerca ad un altro. Il paradigma dominante utilizzato per

produrre e pubblicare ricerche scientifiche è quello derivante dalle scienze naturali e sociali. In questo senso, il processo logico del metodo scientifico può essere essenzialmente classificato in quattro passi che possono essere ciclicamente eseguiti (caratterizzazione, ipotesi, predizione, test).

Le attività di ricerca nelle discipline applicate (come l'ingegneria), focalizzate nella progettazione e creazione di una soluzione esplicita ed applicabile ad un problema, sono consistenti con le tradizionali fasi del metodo scientifico. Tuttavia può essere utile fornire un adattamento delle fasi del metodo scientifico alle discipline applicate. Qui di seguito, viene presentato un adattamento del processo concettuale (Hevner et al. 2004) per condurre attività di ricerca scientifica nelle scienze applicate:

- **Identificazione del problema (Problem identification):** Questa fase del processo di ricerca riguarda l'identificazione di uno specifico tema di ricerca attraverso l'osservazione o la descrizione di un fenomeno, o l'analisi della letteratura scientifica preesistente. Questa fase è utile per atomizzare il problema concettualmente al fine di catturarne la complessità. La ricerca consente di raggiungere due obiettivi: discutere su cosa è conosciuto e cosa è sconosciuto, motivando all'audience della ricerca l'importanza dell'oggetto di ricerca. L'obiettivo della ricerca può essere direttamente legato allo studio di un particolare aspetto del dominio di riferimento (ad es. importanza dei meccanismi di trust nelle collaborative networks), e a proposito degli strumenti utilizzati per condurre la ricerca (ad es. l'eigenvector centrality è un buon metodo per misurare l'importanza di un nodo all'interno di una collaboration network?) oppure sugli approcci metodologici nello svolgimento della ricerca (ad es. identificazione di lacune nelle metodologie per condurre survey resarches nell'ambito di studio delle Collaborative Networks).
- **Obiettivi di una soluzione (Objectives of a solution):** A seguito dell'identificazione di un problema di ricerca, la ricerca in questo caso si pone l'obiettivo di definire le caratteristiche e le specifiche di una

possibile soluzione, giustificando il valore della soluzione proposta per il problema specifico. Gli obiettivi di una soluzione possono riguardare l'utilizzo di un research tool al fine di rappresentare le caratteristiche di una soluzione specifica ad un problema (ad es. utilizzare un modello concettuale per rappresentare le funzionalità desiderate di un software) oppure la definizione di obiettivi e caratteristiche di un tool di ricerca utilizzabile negli approcci di ricerca scientifica (ad es. definizione delle caratteristiche di un reference modeling framework per modellare le collaborative network).

- ***Design and development (Progettazione e Sviluppo):*** In questa fase l'attività di ricerca è volta alla progettazione ed allo sviluppo di un "artefatto". Nel nostro intento, utilizziamo una definizione ampia di artefatto, includendo non solo l'istanziamento dello stesso (ovvero il tool) ma tutti gli altri costrutti, modelli, metodi che sono output dell'attività di ricerca scientifica (Peffer et al. 2007). L' "artefatto" è quindi una particolare istanziazione di un approccio alla ricerca. Sulla base degli obiettivi, delle caratteristiche, delle funzionalità desiderate che una possibile soluzione deve possedere, questa attività mira alla determinazione dell'architettura dell'artefatto nonché alla sua creazione. Questa fase può essere direttamente collegata alla progettazione della soluzione ad un problema specifico all'interno del dominio di riferimento (ad es. progettazione di un framework utile per creare e supportare il ciclo di vita delle virtual enterprises nel settore del mould and die, oppure l'utilizzo di un modello basato su multi ipergrafi pesati per rappresentare le relazioni tra ricercatori all'interno di una comunità scientifica) piuttosto che la progettazione di un tool di ricerca utile per l'attività di ricerca (ad es. definizione di un framework per la classificazione delle competenze nell'ambito della ricerca scientifica).
- ***Dimostrazione (Demonstration):*** Una buona ricerca non richiede soltanto la produzione di un risultato, ma anche evidenze chiare e convincenti

sulla bontà del risultato dello stesso (soundness). Queste “evidenze” possono essere supportate da esperimenti, simulazioni, case studies, dimostrazioni matematiche, o altre attività appropriate. Questa attività aspira a dimostrare la consistenza interna della soluzione (artefatto) proposto. La consistenza interna si riferisce al fatto che i concetti e le relazioni sono logicamente coerenti e compatibili gli uni con gli altri (Wacker 1998). Come già detto, la dimostrazione della “correttezza logica” della soluzione proposta può avvenire tramite esempi, dimostrazioni, simulazioni, esperimenti (ad es. fornire un esempio di utilizzo di una soluzione software, fornire un esempio di rappresentazione di una comunità scientifica attraverso il summenzionato modello basato su multi ipergrafi pesati) oppure la correttezza logica di uno strumento di ricerca (ad es. un esempio che mostra come misurare l’eigenvector centrality di un multi ipergrafo pesato che rappresenta una Collaborative Network di ricercatori).

- **Valutazione (evaluation):** questa attività mira ad osservare e misurare se e come la soluzione progettata possa supportare un problema, attraverso la comparazione tra gli obiettivi della soluzione effettivamente osservati in sede di “demonstration” ed eventuali altre soluzioni già esistenti. La fase di valutazione ha quindi a che fare con l’efficienza e l’efficacia della soluzione proposta (ad es. valutare l’utilità di implementare ed utilizzare una specifica soluzione software per supportare il ciclo di vita delle Virtual Enterprises), o l’efficacia o l’efficienza dell’artefatto nella soluzione di uno specifico problema (ad es. valutare i differenti approcci nella progettazione di un Value Systems framework nell’ambito delle collaborative network organizations).

1.3 Matrice delle Research competences

Ciascuna research competence di una comunità scientifica si riferisce ad un insieme di conoscenze ed abilità che sono necessarie per svolgere una specifica attività di ricerca, adottando un approccio di ricerca ed un metodo scientifico su un particolare dominio di indagine. Come detto, una research competence RCe è associata ad una generica tripla (a, p, s) precedentemente introdotta. Di seguito introduciamo una Community Competence Matrix (CCM) come una matrice tridimensionale che rappresenta il set delle competenze di una comunità scientifica.

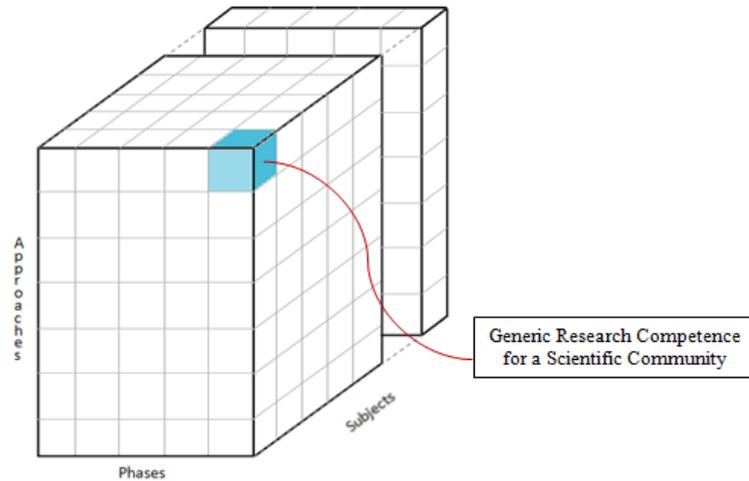


Figura 3. Community Competence Matrix (CCM)

Al fine di chiarire la struttura della Community Competence Matrix (CCM), di seguito viene rappresentata una particolarizzazione della matrice per un generico ambito di indagine. In particolare, per ciascun subject, è possibile rappresentare una CCM attraverso una matrice bi-dimensionale (CCM_s), dove ciascuna coppia (a, p) è una particolare istanziazione di \mathcal{Q} ed \mathcal{P} , mentre $s \in \mathcal{S}$ è uno specifico ambito di indagine

	Problem Identification	Objective of a Solution	Design and Development	Demonstration	Evaluation
Analytic model	Using a model based on mathematical / logical language, in order to detect a specific research problem, and generating a specific research question.	Defining objectives and characteristics of a model based on mathematical/logical language, appropriate to face a specific research issue.	Determining the analytic model's architecture (i.e. components, relationships, variables), based on objectives and characteristics identified in previous step.	Offering a convincing evidence that the proposed model is logically correct. This evidences should be supported by experimentation, simulation, a case study, proof, or other appropriate activity.	Using analytic models to measure if and how the designed solution may support the problem, and examining its impact on current practices, and compare the designed solution with other already available.
Empirical model	Generating research questions, using a specific model based on data gathered through the observation and description of a phenomenon in real world.	Defining objectives and characteristics of a model that allow to observe and investigate real world.	Determining the empirical model's architecture (i.e. components, relationships, variables), based on objectives and characteristics identified in previous step.	Offering a convincing evidence that the proposed empirical model is logically correct. This evidences should be supported by experimentation, simulation, a case study, proof, or other appropriate activity	Evaluating the designed solution (by comparing with other or examining its impact on current practices) using a model based on the observation of real world.
Descriptive model	Using a simplified abstract view of a complex reality, in order to provide a description of the observed reality, useful in order to detect a specific research problem, and generating a specific research questions.	Defining objectives and characteristics of a model useful to describe in a qualitative way complex real world.	Determining the descriptive model's architecture (i.e. components, relationships, variables), based on objectives and characteristics identified in previous step.	Offering a convincing evidence that the proposed descriptive model is logically correct. This evidences should be supported by experimentation, simulation, a case study, proof, or other appropriate activity.	Using a simplified description of a complex reality, in order to provide an evaluation of the designed solution, by comparing with other or examining its impact on current practices.
Methodologies / Techniques	Using a systematic and orderly procedure to generate research questions.	Defining objectives and characteristics of a systematic and orderly procedure (or process) for attaining a specific objective.	Designing a systematic and orderly procedure, in order to attain a specific objective, on the basis of the previous step.	Demonstrating that methodology is correct from a logical point of view and offer an implementation of the methodology through an example, a simulation or a case study.	Using a systematic and orderly procedure to evaluate a designed solution for a specific research question.
Formalisms	Using a formal system of symbols in order to detect a specific research problem.	Defining objectives and characteristics of a formal system of symbols in order to explain and represent a system.	Designing formal system of symbols and rules in order to explain and represent a system.	Offering an implementation of the proposed system of symbols through an example, a simulation or a case study	Using a formal system of symbols to support the evaluation of a designed solution.
Tools	Using a solution, such an application / device / software, result of previous researches, in order to find and critically review the	Defining objectives and characteristics of an application / device / software , useful to produce or achieve something.	Designing and developing an instantiation of a solution, such an application / device / software.	Offering an implementation of the proposed tool, using an example, a simulation or a case study	Using an application / device / software that support the evaluation of a designed solution.

	background knowledge helping to put a theory and research results into practice.				
Observations	Reflecting upon one or more bodies of scientific literature or systems of thought and exploring the value of different theories.	Providing theoretical evidence of the important of specific research issues, identifying an explanatory gap in some theories.	Proposing and developing through logical reasoning a theoretical framework or concept in filling an epistemic gap.	Conceptually testing a theory, that is, checking whether results are compatible with the bulk of the existing knowledge on the matter.	Reasoning about value of the proposed solution, by comparing with other theoretical frameworks and examining its impact on current bulk of knowledge

Tabella 1: CCM bidimensionale per un particolare subject

2. Modello per una Competency map di una comunità scientifica

Al fine di mappare le competenze di una comunità scientifica, viene proposto un modello basato sulla struttura logica di un multi ipergrafo pesato (R,E) . Le componenti del modello sono le seguenti:

- $R = \{r_1, \dots, r_m\}$: insieme ordinato di ricercatori, membri di una comunità scientifica.
- $RC = \{rc_1, \dots, rc_n\}$: insieme ordinate di "scientific research competences".
- $X \in \mathbb{R}^{m \times n}$: matrice binaria che rappresenta la relazione tra i ricercatori e le competenze. Ad esempio, se dato un ricercatore r_i ed una research competence rc_k : $a_{ik}=1$, se il ricercatore r_i possiede la research competence rc_k , altrimenti $a_{ik}=0$.
- $E = \{E_1, \dots, E_n\}$, con $E_k = E(rc_k) = \{r_i \in R: a_{ik} = 1\}$. Il generico E_k è un sottoinsieme di R , consistente in tutti i ricercatori che condividono la research competence rc_k . Ovviamente, un ricercatore può possedere diverse research competences e diverse research competences possono essere condivise dallo stesso sottoinsieme di ricercatori: questa è la ragione per la quale H è un multigrafo.

A	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇
r ₁	1	1	0	0	0	0	0
r ₂	0	1	1	0	0	0	0
r ₃	0	1	1	0	0	0	0
r ₄	1	0	0	0	0	0	0
r ₅	0	0	0	1	0	0	0
r ₆	0	0	0	1	0	0	0
r ₇	0	0	1	1	0	0	0
r ₈	0	0	1	0	0	0	1
r ₉	0	0	0	0	1	1	0
r ₁₀	0	0	0	0	1	1	0
r ₁₁	0	0	0	0	1	1	0
r ₁₂	0	0	0	0	0	0	1

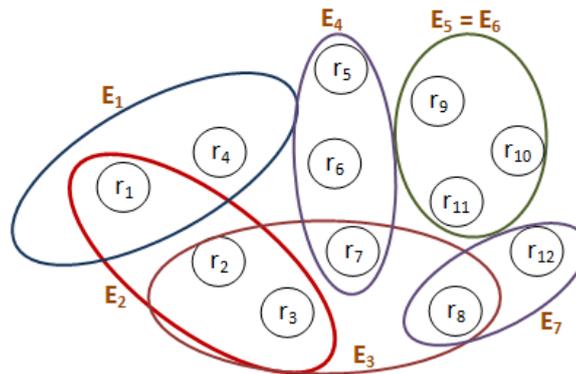


Figura 4: Esempio di multi-ipergrafo ricercatori-competenze

- $D = \{d_1, \dots, d_p\}$: insieme ordinate di documenti (articoli scientifici);
- $A \in \mathbb{R}^{m \times p}$: matrice binaria che rappresenta la relazione tra gli autori ed i documenti da loro prodotti. Vale a dire che $a_{ik} = 1$, se un ricercatore r_i è uno degli autori dei documenti d_k , altrimenti $a_{ik} = 0$.
- $B \in \mathbb{R}^{p \times n}$: matrice non negative che fornisce una misura di “quanto” un documento è dedicato ad uno specifico research topic. Più precisamente, il generico valore b_{kj} , misura la quota parte di documento d_k che tratta del research topic (subject) s_j . In particolare è necessario che $0 \leq b_{kj} \leq 1$, per ogni j, k , mentre $\sum_j b_{kj} = 1$, per ogni k .
- $C = (c_1, c_2, \dots, c_p)$: vettore di reali positivi, dove il generico valore c_k rappresenta una misura della popolarità del paper d_k nella comunità scientifica. Le ricerche nell’ambito della “bibliometrica” ha per lungo tempo riguardato il concetto di popolarità (importanza, o impatto) dei singoli paper e journal fornendo diverse stime quantitative basate sull’utilizzo delle citazioni. La misura più nota in questo senso è il cosiddetto impact factor (Garfield, 1972)

La relazione tra ricercatori e research competencies può essere derivata attraverso una analisi semantica del contenuto dei documenti scientifici pubblicati (articoli). Al fine di assegnare un peso a ciascuna coppia ricercatore-research competence (r_i, E_j) , in termini di importanza all’interno della comunità, facciamo le seguenti assunzioni:

- Il contenuto di un documento è dovuto in ugual misura a tutti i suoi autori. Più precisamente, la frazione a_{ik}/h_k , dove h_k rappresenta in numero di autori del paper d_k , misura la porzione di documento che è attribuita ad r_i .
- Le research competences espresse in d_k sono da considerare research competences dei suoi autori.
- Il valore $b_{kj} \cdot c_k$ misura il contributo dato dalla research competence rc_j to the popularity of the document d_k .
- Il valore $(a_{ik}/h_k) \cdot (b_{kj} \cdot c_k)$ misura il contributo data dalla misura della porzione di d_k , riguardante la research competence rc_j ed attribuita ad r_i .
-

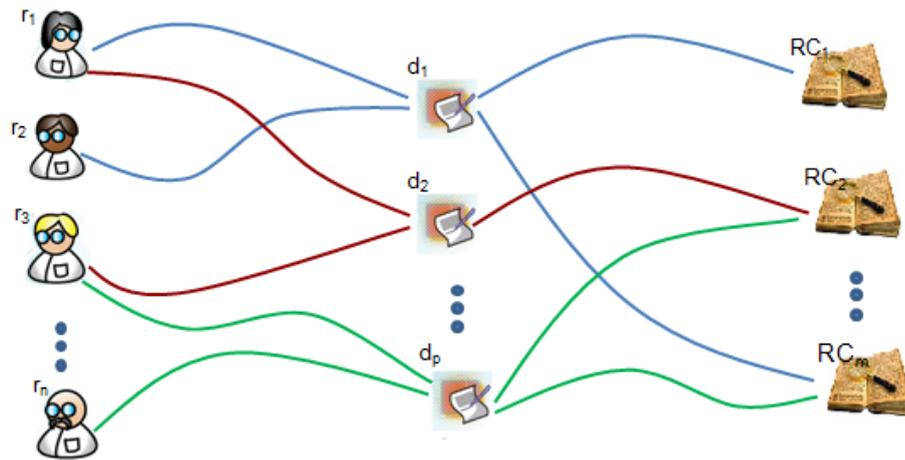


Figura 5: processo di mapping ricercatore-paper-competenza

In seguito a queste assunzioni, viene proposto un modo per stimare il peso associato a ciascuna coppia (r_i, rc_j) , così come segue:

$$w_{ij} = \sum_{k=1}^p (a_{ik} / h_k) \cdot (b_{kj} \cdot c_k)$$

Al fine di calcolare l'eigenvector-centrality dei ricercatori e delle research competences possiamo considerare un multi ipergrafo pesato (V, W) , dove $W=(w_{ij})$, $i=1, \dots, m$ and $j=1, \dots, n$, è la matrice che rappresenta la relazione pesata tra ricercatori e research competence.

Al fine di studiare la centralità dei vertici e degli iperarchi, usiamo la “ben nota” *mutually reinforcing relationship* assumption (Kleinberg, 1999): un iperarco importante è un iperlati i quali membri sono vertici importanti, un vertice importante è un vertice che appartiene a tanti iperlati importanti

Nel nostro caso, un “ricercatore importante” è un ricercatore che possiede competencies che sono rilevanti per la community, mentre una competenza importante è una competenza posseduta da ricercatori ritenuti importanti. Numericamente è naturale esprimere la *mutually reinforcing relationship* come segue:

Sia x_i l’ “importanza” W di un ricercatore r_i e sia y_j l’ “importanza” di una research competence rc_j . La più semplice formazione della *mutually reinforcing relationship* è la seguente:

$$x_i = c_1 \sum_{j=1}^n w_{ij} y_j, \quad \text{per ogni } i = 1, \dots, m. \quad (1)$$

dove la costante di proporzionalità $c_1 > 0$ è indipendente da i

$$y_j = c_2 \sum_{i=1}^m w_{ij} x_i, \quad \text{per ogni } j = 1, \dots, n. \quad (2)$$

dove la costante di proporzionalità $c_2 > 0$ è indipendente da j

Possiamo dunque esprimere le equazioni (1) e (2) secondo una notazione matriciale, considerando che w_{ij} rappresenta il generico elemento della matrice di incidenza $W^{m \times n}$.

$$\begin{cases} X = c_1 W Y & (3) \\ Y = c_2 W^T X & (4) \end{cases}$$

Sostituendo l’equazione (3) nella (4) e viceversa ottengo:

$$\begin{cases} X = c_1 c_2 W W^T X \\ Y = c_1 c_2 W^T W Y \end{cases}$$

Si giunge dunque al seguente risultato:

$$\begin{cases} W W^T X = \lambda X \\ W^T W Y = \lambda Y \end{cases}$$

dove $\lambda = \frac{1}{c_1 c_2}$

I risultati standard dell'algebra lineare (Cvetković et al. 1995; Golub 1989) consentono di dire che il sistema di equazioni appena mostrato è risolvibile. Come già precedentemente precisato, dal teorema di Perron-Frobenius è possibile dire che una soluzione al sistema di equazioni può essere data considerando $\lambda = \lambda^*$, dove λ^* è l'autovalore dominante di $W^t W$, che sarà uguale all'autovalore dominante di $W W^t$. Perciò $X = X^*$ è un'autovettore non negativo di $W W^t$ nell'autospazio associato con λ^* mentre $Y = Y^*$ è un'autovettore non negativo di $W^t W$ in the nell'autospazio associato con λ^* . Una normalizzazione di X^* sarà quindi una misura di importanza degli utenti, mentre una normalizzazione di Y^* importanza delle relazioni di influenza.

Se W è la matrice di incidenza vertici-iperlati, il sistema di equazioni presentato è lo stesso di quello che emerge dallo studio dell'eigenvector centrality sugli ipergrafi effettuato in (Bonacich, 2004). Questo consente di dire che la nozione di eigenvector centrality per un multi-ipergrafo pesato che abbiamo introdotto rappresenta la natural estensione della misura di centralità che Bonacich ha introdotto per gli ipergrafi.

3. *Il processo di mapping.*

Il processo di mapping mira a costruire una mappa delle research competence di una comunità scientifica, vale a dire una rappresentazione delle relazioni tra research competences and ricercatori appartenenti ad una comunità scientifica.

Questo processo utilizza i seguenti inputs:

- CCM per una generica comunità scientifica.
- Una lista di ricercatori (authors).
- Un insieme di paper scientifici.

e fornisce i seguenti outputs:

- Una rappresentazione delle relazioni tra research competences e ricercatori (community research competences map).
- Centralità delle Research Competences e dei ricercatori all'interno della comunità scientifica.

Il processo di mapping è basato su un processo di mappatura basato sull'analisi dei paper scientifici, svolta da un team di esperti. Questo approccio metodologico suggerisce la presenza di uno steering committee, possibilmente format da membri senior della comunità scientifica, incaricato di definire le regole per scegliere la comunità di esperti che si occuperanno di analizzare i papers (analyzers) e di assegnargli i paper da analizzare. L'analisi di ciascun articolo scientifico è basata sulle tre dimensioni precedentemente introdotte: l'approccio alla ricerca adottato (Research Approach), le fasi del metodo scientifico (Method Phase) e l'ambito di indagine (Subject), secondo la Community Competence Matrix (CCM). Al fine di individuare il subject del paper, ciascun analyzer si occuperà dell'identificazione di opportune keywords associate ai concetti presenti alla k-esima iterazione nel processo di creazione del competence model (H_k) attraverso l'analisi semantica del contenuto dei papers. Durante il processo, il competence model potrebbe essere ricorsivamente aggiornato in una versione più completa. Questo processo consente di identificare un set di RCs associate a ciascun paper. Assumendo che le research

competences di ciascun researcher sono manifestate nei documenti dei quali sono autori, diviene semplice associare a ciascun ricercatore una lista di RCs.

Al fine di chiarire al meglio il processo di mapping, presentiamo un processo di rappresentazione basato su quattro fasi, utilizzando la notazione IDEF0 (Jeong et al., 2009):

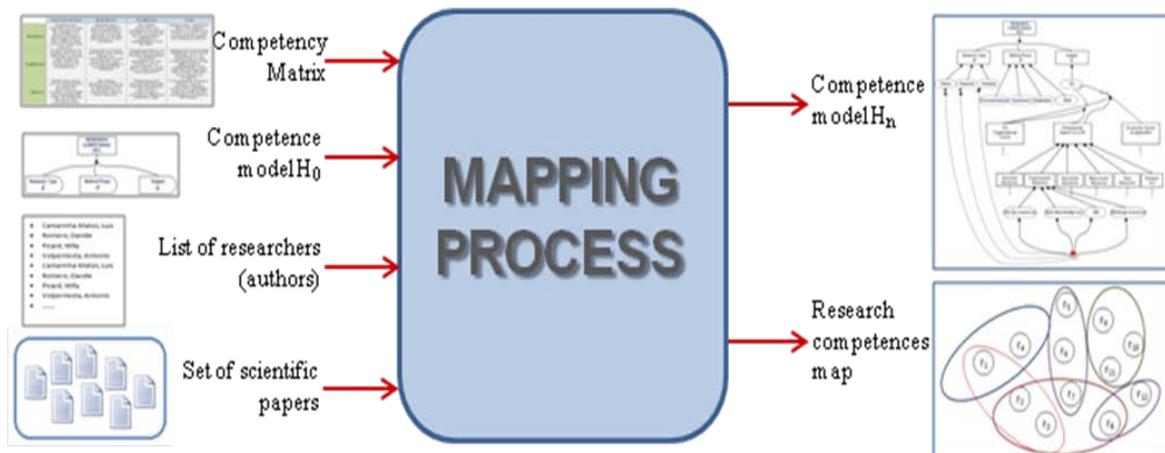


Figura 6: Input ed output del Mapping Process

Phase 1: Activities planning

- **Actors and roles:** possibilmente formato da membri senior della comunità scientifica, incaricato di definire le regole per scegliere la comunità di esperti che si occuperanno di analizzare i papers (analyzers) e di assegnargli i paper da analizzare., le regole per analizzare i paper, ed un software tools che supporta l'attività di analisi.
- **Inputs:** lista di tutti i ricercatori che gravitano attorno alla comunità e, per ciascuno di essi, la lista dei paper pubblicati;
- **Controls:** regole per scegliere gli analyzers, regole per assegnare i paper da analizzare;
- **Mechanisms:** steering committee.
- **Outputs:** lista degli analyzer, assegnazione dei paper agli analyzer procedura di classificazione dei paper;

Phase 2: Paper Analysis

- *Actors and Roles*: gli analyzers, incaricati di applicare la procedura di classificazione dei paper, al fine di analizzare i paper presenti nel repository; lo steering committee, che controlla e valida gli outputs della procedura.
- *Inputs*: Community Competences Matrix (CCM) per una generica comunità scientifica, la lista degli analyzers, assegnamento dei paper agli analyzers;
- *Controls*: paper classification procedure.
- *Mechanisms*: steering committee, analyzers, software tools per l'analisi dei papers, papers repository
- *Outputs*: database dei paper classificati

Phase 3: Competence Map building

- *Actors and roles*: Lo steering committee, analizza la classificazione dei paper scientific effettuata second la CCM al fine di costruire la research competence map della comunità scientifica
- *Inputs*: database dei paper classificati,
- *Controls*: regole per costruire la competence map.
- *Mechanisms*: steering committee, CCM,
- *Outputs*: research competence map.

Phase 4: Centrality calculation.

- *Actors and roles*: steering committee
- *Inputs*: competence map
- *Controls*: regole per il calcolo della centralità
- *Mechanisms*: tool per il calcolo della centralità,
- *Outputs*: Centralità delle research competences e dei ricercatori

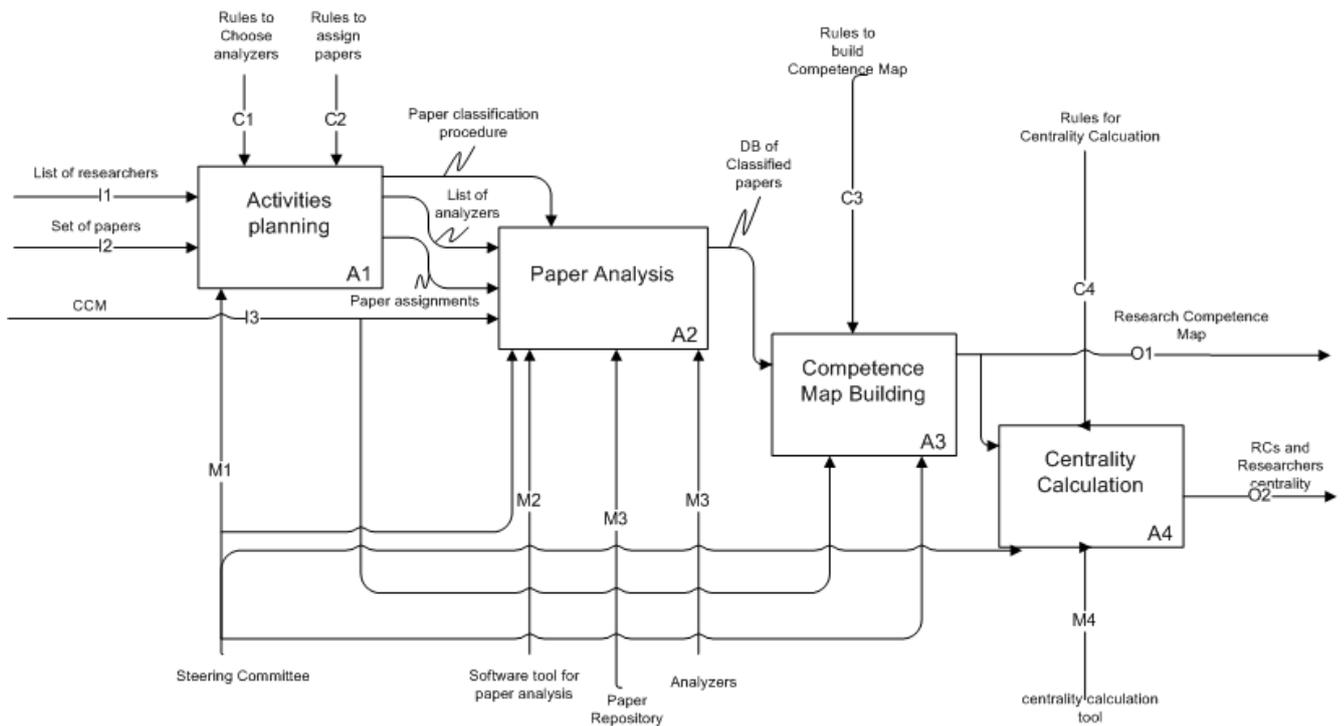


Figura 7. Rappresentazione Grafica del processo di Mappatura

4. Applicazione del modello ad una comunità scientifica: il caso PRO-VE

In questo lavoro di tesi è stato effettuato un'applicazione dell'approccio di modellazione proposto, prendendo in considerazione la comunità scientifica PRO-VE. (www.pro-ve.org). La suddetta comunità scientifica si pone l'obiettivo di promuovere la ricerca e la produzione di nuova conoscenza nell'ambito delle Collaborative Networks (brevemente CN). Le conferenze annuali proposte dalla comunità scientifica Pro-VE offrono a professionisti e ricercatori l'opportunità di incontrarsi, presentare e discutere gli ultimi sviluppi di ricerca e le pratiche industriali, nell'ambito delle CN.

Di seguito, verrà effettuata una breve descrizione dell'istanziatura delle componenti del modello precedentemente introdotte.

Al fine di istanziare gli insiemi D , R e la matrice A , sono stati presi in considerazione i paper scientifici selezionati e presentati nel corso delle conferenze Pro-VE. Più specificatamente, l'insieme D consiste nei paper

selezionati che sono stati pubblicati nei proceedings relativi alle ultime cinque edizioni della conferenza Pro-VE (2007-2011), R è l'insieme dei ricercatori che sono apparsi come autori per almeno un articolo scientifico pubblicato in questi libri e la matrice A rappresenta la relazione di authorship tra autori e papers.

E' opportuno precisare che nell'ambito di studio delle Collaborative Networks, un tema di ricerca (subject) riguarda lo studio di un "aspetto dimensionale" di una Collaborative Network Organizational Form; questo studio può essere o meno correlato ad una applicazione ad un particolare settore economico del mondo reale, dove i modelli, i meccanismi, le metodologie, i principi ed i tool di supporto tipi delle CN vengono istanziati ed implementati.

Al fine di istanziare il concetto di Research Competence nella comunità scientifica Pro-VE (RC), ciascuna research competence rc_j nella comunità scientifica Pro-VE è stata modellata come una tripla (a, p, s) , where a è un approccio alla ricerca, p è una fase del metodo scientifico ed s è un topic di interesse per la comunità scientifica Pro-VE. In particolare, è possibile identificare un subject per questa comunità con una a triple $s_i = (OF, DA, ES)$, dove:

- **OF** è l'insieme delle forme organizzative nell'ambito delle Collaborative Networks. L'insieme delle forme organizzative di Collaborative Network sono sostanzialmente quelle individuate in (Romero et al. 2008);
- **DA** è l'insieme degli aspetti dimensionali relativi allo studio delle collaborative networks. Tali aspetti dimensionali sono derivati dal reference model per le CN descritto in (Camarinha-Matos and Afsarmanesh 2006), ed ampiamente eccettato dalla comunità Pro-VE;
- **ES** è l'insieme dei settori economici, ognuno dei quali riguarda il modo reale dove i modelli i meccanismi, le metodologie, i principi ed i tool di supporto tipi delle CN vengono istanziati ed implementati. Secondo la ben nota ipotesi di classificazione in quattro settori economici, ciascun elemento di ES può essere classificato nei settori primario, secondario, terziario e quaternario oppure in un settore "dummy" che denota il fatto

che la ricerca non si occupa di alcuna applicazione relativa al “mondo reale”.

In altre parole, un topic di ricerca nella comunità scientifica Pro-VE è caratterizzato dall’analisi di un aspetto dimensionale relative ad una particolare forma organizzativa di Collaborative Network, ed eventualmente un caso di studio o un applicazione nei settori primario, nell’industria, nel settore manifatturiero, nel settore dei servizi industriali o “intellettuali)

Senza aver la pretesa di scendere nel dettaglio delle forme organizzative relative alle Collaborative Networks, si riporta di seguito una classificazione tassonomica delle stesse, ampiamente riconosciuta dalla Comunità Scientifica Pro-VE:

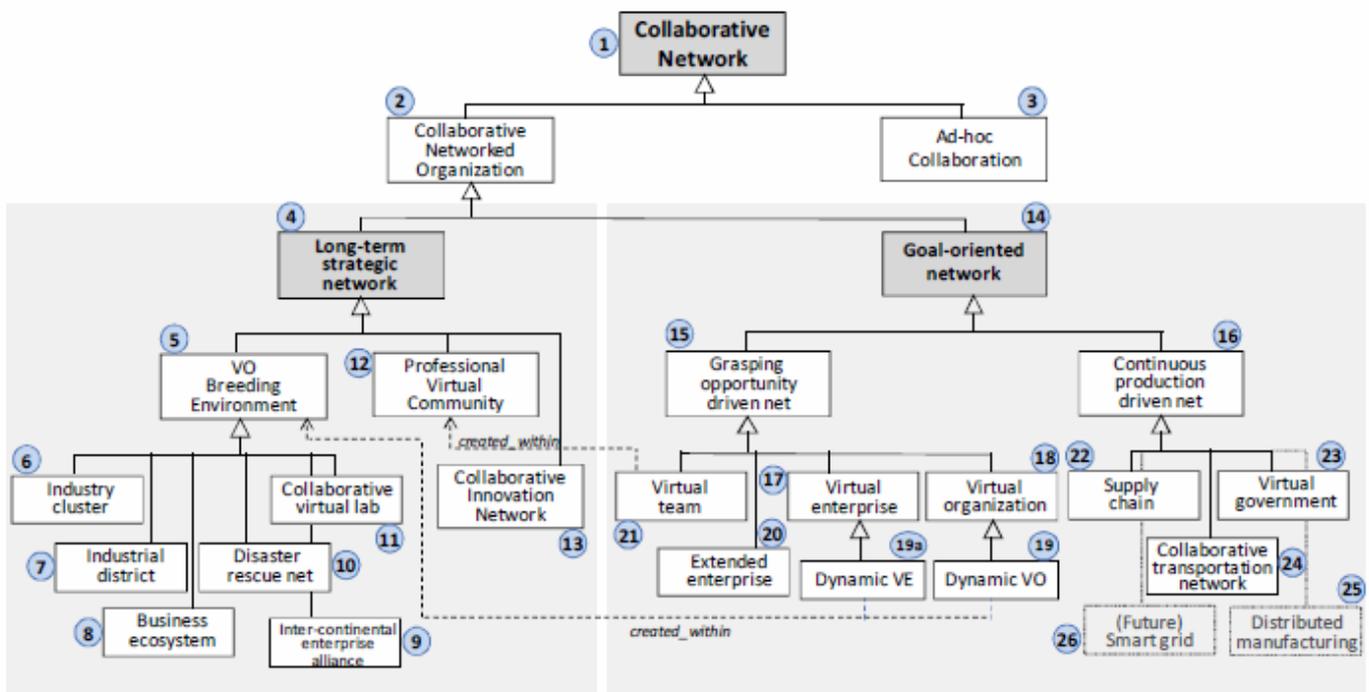


Figura 8: Tassonomia delle forme organizzative di CN

Per i nostri scopi sono stati presi in considerazione tutti i nodi della classificazione appena presentata. Infatti ciascun paper può occuparsi di aspetti legati alla forma organizzativa secondo livelli di dettaglio differente, per cui potrebbe non essere sufficientemente esaustivo prendere in considerazione esclusivamente i nodi foglia.

Per ciò che concerne gli “aspetti dimensionali” (dimensional aspects), il reference model della comunità prevede la presenza di cinque aspetti dimensionali:

- **Aspetti Strutturali:** Questa prospettiva riguarda la struttura o composizione della Collaborative Networked Organization in termini dei suoi elementi costitutivi (i partecipanti e le loro relazioni), così come i ruoli svolti da tali elementi e le altre caratteristiche dei nodi della rete, come la posizione, il tempo, ecc
- **Aspetti Funzionali:** Questa prospettiva riguarda processi, attività e procedure operative svolte all'interno del ciclo di vita di una Collaborative Networked Organization.
- **Aspetti Componentziali:** Quest'aspetto riguarda gli asset tangibili ed intangibili delle Collaborative Networked Organization.
- **Aspetti Comportamentali:** Questa dimensione riguarda i principi, le politiche e le regole di governance che guidano o condizionano il comportamento del CNO e dei suoi membri nel corso del tempo.
- **Aspetti Ambientali:** Questa dimensione si rivolge all'analisi delle interazioni tra una CN e l'ambiente esterno come clienti concorrenti altre CN, enti, Organizzazioni Governative, Organizzazioni no profit, etc.

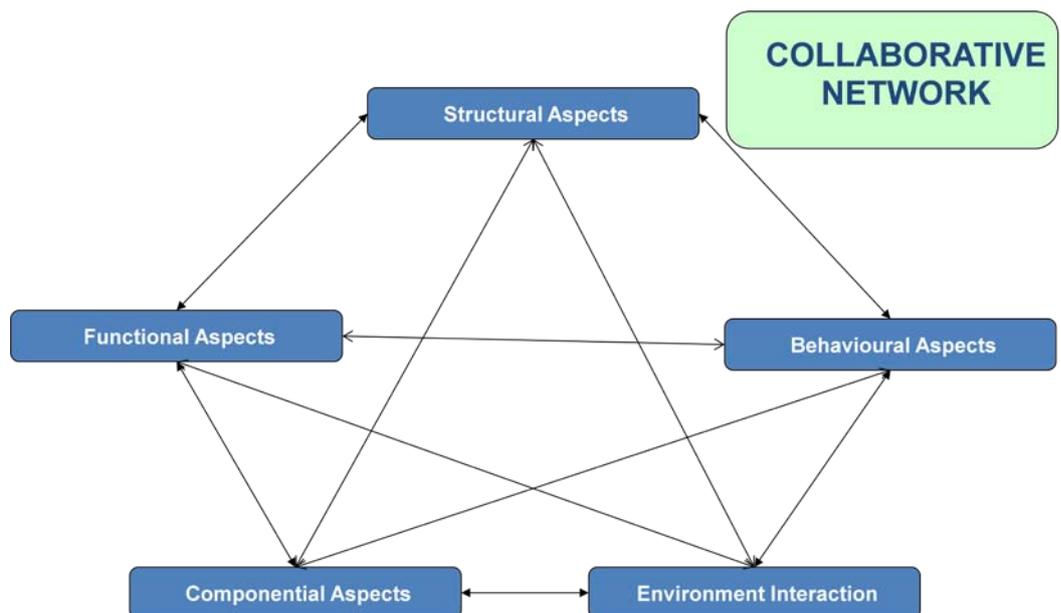


Figura 9: Aspetti dimensionali di una CN

Nella tabella seguente viene rappresentata una sintesi delle componenti che formano una tripla (OF, DA, ES).

ORGANIZATIONAL FORMS	Collaborative Network (*), Supply chain, Virtual Government, Virtual Enterprise, Virtual Organization, Extended Enterprise, Virtual team, Human breeding environments (communities), Organizational Breeding Environments (VBE), Industry Cluster, Industrial District, Business Ecosystem, Collaborative Virtual Lab, Disaster rescue Net, Innovation networks.
DIMENSIONAL ASPECTS	Actors/relationships, Roles, Hardware / software resources, Human resources, Information / knowledge resources, Ontology resources, Processes, Auxiliary processes, Methodologies, Prescriptive behavior, Obligatory behavior, Constraints and conditions, Contracts and cooperation agreements, Meta dimension (**), External view (***)
ECONOMIC SECTORS	No real world application, Primary Economic Sector (****), Secondary Economic Sector (****), Tertiary Economic Sector (****), Quaternary Economic Sector (****).
<p>(*) The focus is on general forms of CN rather than on specific organizational forms.</p> <p>(**) This dimension addresses to the analysis of principles, models and theories applicable and useful for modeling Structural, Componential, Functional and Behavioral dimension of CN.</p> <p>(***) This dimension deals with exogenous interactions with CN surrounding environment, such as Market (customers, competitors, other CNs) and/or Society (third party institutions, Governments, No Profit Organizations).</p> <p>(****) Primary sector (i.e.): Agriculture, Fishing, Forestry, etc...</p> <p>Secondary sector (i.e.): Automotive, Construction, Electronics, Mechanical, Textile, etc...</p> <p>Tertiary sector (i.e.): Industrial Services, Commerce, Transportation, Hospitality, Maintenance, etc..</p> <p>Quaternary sector (i.e.): Banking, Consulting, Education, Government Services, Healthcare, etc...</p>	

Tabella 2: Aspetti che compongono un subject di ricerca nell'ambito delle CN

L'istanziamento della matrice **B** è stata ottenuta attraverso un processo collaborativo di analisi semantica dei contenuti relativi ai papers pubblicati in seguito delle conferenze Pro-VE. Tale processo di classificazione mira ad associare una o più istanziazioni della tripla (a, p, s) a ciascun paper Pro-VE

E' stato inoltre fatta l'assunzione di un'equa distribuzione della quotaparte di contenuto del paper rispetto alle RC che consente di evidenziare. La matrice **B** è stata quindi istanziata come segue $b_{kj} = 1$, se si evince la la j-esima RC all'interno del k-esimo paper, altrimenti 0. Infine, ciascun valore c_k di C è istanziato al valore x_{k+1} , dove x_k è il numero di paper che citano d_k .

Nell'appendice A è riportato il template di classificazione dei papers utilizzato nel processo di mapping. Sono inoltre riportati gli esempi di classificazione di due papers relativi alla conferenza Pro-VE.

Nell'appendice B è presente una classificazione dei papers relativi alla sesta ed alla settima IFIP CONFERENCE ON COLLABORATIVE NETWORKS, rispetto alla Community Competency Matrix. Infine nell'appendice C è riportata la classificazione delle keywords relative alle ultime 5 conferenze Pro-VE.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI CAPITOLO 4

1. Egghe, Leo, and Ronald Rousseau. *Introduction to Informetrics*. New York: Elsevier, 1990.
2. Estrada, Ernesto, and Juan A. Rodríguez-Velázquez, "Subgraph centrality and clustering in complex hyper-networks", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 364, (2006): 581–594.
3. Garfield, Eugene, "Citation analysis as a tool in journal evaluation", *Science* 178, (1972):471-479.
4. Golub, Gene Howard, and Charles F. Van Loan. *Matrix Computations*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1989.
5. Hellstrom, Tomas, and Kenneth Husted, "Mapping knowledge and intellectual capital in academic environments: A focus group study", *Journal of Intellectual Capital* 5, (2004):165 – 180.
6. Howard, Keith, and John A. Sharp. *The Management of a student research project*, Hants: Gower Publishing Limited, 1983.
7. Janasik, Nina, Timo Honkela, and Henrik Bruun, "Text Mining in Qualitative Research: Application of an Unsupervised Learning Method", *Organizational Research Methods* 12, (2009):1-24.
8. Jeong, Ki Young, Lee Wu, and Jae Dong Hong, "IDEF method-based simulation model design and development", *Journal of Industrial Engineering and Management* 2, (2009): 337-359.
9. Kleinberg, Jon, "Authoritative sources in a hyperlinked environment", *Journal of the ACM* 46, (1999):604–632.
10. Marr, Bernard., Giovanni Schiuma, and Andy Neely , "Assessing strategic knowledge assets in e-business", *International Journal of Business Performance Management* 4, (2002):279-295.
11. Melnyk, Steven A., and Robert B. Handfield, "May you live in interesting times... the emergence of theory-driven empirical research", *Journal of Operation Management* 16, (1998):311-319.
12. Moore, David R., Mei I. Cheng, and Andrew R.J. Dainty, "Competence, competency and competencies: performance assessment in organizations", *Work Study* 51, (2002):314 – 319.
13. Nadler, David A., and Mark Tushman, "The organisation of the future: strategic imperatives and core competencies for the 21st century", *Organisational Dynamics* 27, (1999):45–58.

14. Newman, Mark. E.J., "Scientific collaboration networks. II. Shortest paths, weighted networks, and centrality", *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics* 64, (2001):1-7.
15. Peffers, Ken, Ture Tuunanen, Marcus Rothenberger, and Samir Chatterjee, "A Design Science Research Methodology for Information Systems Research", *Journal of Management Information Systems* 24, (2007):45-77.
16. Rodrigues, Sergio, Jonice Oliveira, and Jano Moreira de Souza, "Competence mining for virtual scientific community creation", *IADIS International conference of Web Based Communities*, Lisboa, Portugal, 2004.
17. Romero, David, Nathalie Galeano, and Arturo Molina. "A Virtual Breeding Environment reference model and its instantiation methodology". In *Pervasive Collaborative Networks* edited by Luis Camarinha-Matos, and Willy Picard. New York: Springer, 2008.
18. Rowe, Christopher, "Clarifying the use of competence and competency models in recruitment, assessment and staff development", *Industrial and Commercial Training* 27, (1995):12-17.
19. Schur, Anne, Kelly A. Keating, Deborah A. Payne, Tom Valdez, Kenneth R. Yates, and James D. Myers, "Collaborative suites for experiment-oriented scientific research", *Interactions* 3,(1998):40-47.
20. Shaw, Mary, "What Makes Good Research in Software Engineering?", *International Journal of Software Tools for Technology Transfer* 4, (2002):1-7.
21. Volpentesta, Antonio. P., "Hypernetworks in a directed hypergraph", *European Journal of Operational Research* 188, (2008):390-405.
22. Wacker, John G., "A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management", *Journal of Operations Management* 16, (1998):361-385.
23. Wasserman, Stanley, and Katherine Faust. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
24. Wexler, Mark N., "The who, what and why of knowledge mapping", *Journal of Knowledge Management* 5, (2001):249-263.
25. Yonamine, Reinaldo K., Osvaldo S. Nakao, Jose S. C. Martini, and Jose A. B. Grimoni, "A program for the professional development of Brazilian engineering students: origin and development", *Proceedings of the International Conference on Engineering Education & Research*, Korea, 2009.

CONCLUSIONI

Un approccio integrato alla gestione della conoscenza e della meta-conoscenza rappresenta un punto di importanza cruciale per lo sviluppo di scenari collaborativi all'interno delle comunità di ricerca scientifica. In particolare, la mappatura delle competenze, nonché l'individuazione delle competenze e dei ricercatori ritenuti "importanti" all'interno di tali comunità costituisce un approccio significativo per la definizione delle caratteristiche di chiave di una comunità di ricerca e favorire la collaborazione tra ricercatori.

Attualmente stanno emergendo diverse comunità on-line che fungono da e-knowledge markets (ad es. mynetsearch.net, academia.edu), ovvero comunità che hanno lo scopo di fornire un supporto ai ricercatori nella massimizzazione della loro produttività nell'ambito della ricerca attraverso la condivisione della conoscenza e la collaborazione a livello globale. L'output di questo lavoro potrebbe essere un valido punto di partenza per la progettazione di tool per questa tipologia di e-knowledge markets, suggerendo infatti degli approcci per la rilevazione e classificazione delle competenze attraverso l'analisi della produzione scientifica.

In questo lavoro di tesi è stata introdotta un modello di rappresentazione delle competenze in ambito scientifico che correla approcci alla ricerca, fase dell'attività della ricerca ed ambito di indagine attraverso la struttura logica degli ipergrafi diretti. Inoltre, assumendo che le competenze di un ricercatore possano essere rilevate attraverso l'analisi della propria produzione scientifica è stato proposto un framework metodologico per la costruzione di una mappa che rappresenti relazioni di tipo "molti a molti" tra ricercatori e competenze di ricerca. Questo lavoro propone anche un approccio per la determinazione dell'eigenvector centrality all'interno delle comunità scientifiche a partire dalle pubblicazioni dei ricercatori che vi appartengono. Da un punto di vista teorica, il modello che è stato introdotto ha consentito di estendere il concetto di centralità anche ai multi-ipergrafi pesati.

E' stata effettuata inoltre una prima implementazione dell'approccio proposto prendendo in considerazione la comunità scientifica Pro-VE attraverso l'analisi dei papers pubblicati nelle ultime 5 edizioni delle conferenze relative alla suddetta comunità di ricerca. In particolare è stato creato un database delle competenze di ricerca della comunità al fine di rilevare alcuni indicatori sulla distribuzione delle competenze in questa comunità scientifica.

BIBLIOGRAFIA

Adler, David A., and Mark Tushman, "The organisation of the future: strategic imperatives and core competencies for the 21st century", *Organisational Dynamics* 27, (1999):45–58.

Algesheimer R, von Wangenheim F A network based approach to customer equity management. *JRM* 5(1):39–57, (2006).

Argyris, C.. Interpersonal barriers to decision making. In: Bass, B.M. & Deep, S.D. (eds.) *Current Perspectives for Managing Organisations*. New Jersey: Prentice-Hall (1970)

Bartlett, Christopher A., and Sumantra Ghoshal, "Building Competitive Advantage Through People", *MIT Sloan Management Review* 43, (2002):34-41.

Beauchamp MA, An improved index of centrality. *Behav Sci* 10(2):161–163, (1965)

Bechky, B. A. (2003), 'Object Lessons: Workplace Artifacts as Representations of Occupational Jurisdiction', *American Journal of Sociology*, 103, 720-52

Berge, Claude. *Graphs and Hypergraphs*. New York: Elsevier, (1973).

Berkowitz, S.D., Markets and market-areas: Some preliminary References formulations. In Wellman, B. and Berkowitz, S.D. (eds.), *Social Structures: A Network Approach*, pages 261-303. Cambridge, England: Cambridge University Press, (1988).

Boam, R., Sparrow, P., *Designing and achieving competency: A competency-based approach to developing people and organizations*, McGraw-Hill (London and New York) (1992).

Boley, H., Directed recursive labelnode hypergraphs: a new representation language, *Artificial Intelligence*, 9, pp.49-85. (1977)

Bonacich P, Lloyd P, Eigenvector-like measures of centrality for asymmetric relations. *Social Networks* 23(3):191–201, (2001)

Bonacich, P., Factoring and weighting approaches to clique identification. *Journal of Mathematical Sociology*, V. 2, pp. 113-120, (1972)

Bonacich, Philip, Annie Cody Holdren, and Michael Johnston, "Hyper-edges and multidimensional centrality", *Social Networks* 26, 189–203, (2004).

Borgatti SP, Everett MG A graph theoretic perspective on centrality. *Social Networks* 28(4):466–484, (2006)

Borgatti, S.P., and Everett, M.G.. The notion of position in social network analysis. In Marsden, P. (ed.), *SOCiological Methodology*, 1992. London : Basil Blackwell, (1992)

Boyatzis, R. E., *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*. New York: John Wiley and Sons, (1982)

Breiger, R.L., *Social Mobility and Social Structure*. Cambridge, England: Cambridge University Press, (1990)

Breiger, R.L., The social class structure of occupational mobility. *American Journal of Sociology*. 87, 578-611, (1981)

Brown, J. S. and Duguid, P., 'Organizational Learning and Communities-of-Practice: Toward a Unified View of Working, Learning, and Innovation', *Organization Science*, 2, 40-57. (1991)

Brown, Reva B., "Reframing the competency debate: management knowledge and meta-competence in graduate education", *Management Learning* 25, (1994): 289-299.

Carrington, P. J., Scott, J., Wasserman, S., *Models and Methods in Social Network Analysis*, *Canadian Journal of Sociology Online*, September-October, (2005);

Cohen, W.M. and Levinthal, D.A., 'Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation', *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, pp.128–152, (1990).

Cook T., Campbell D. (1979) *Quasi Experimentation: design and analysis issues for field settings*. Houghton Mifflin, Boston.

Corbetta, P. (1999) *Metodologia e tecniche della ricerca sociale*. Il Mulino, Bologna.

Costenbader E, Valente TW, The stability of centrality measures when networks are sampled. *Social Networks* 25(4):283– 307, (2003)

Cowan, R., Paul. D. A. and Foray, D. (2000), 'The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness', *Industrial and Corporate Change*, 9, 211-253.

Daft, R. L., and Weick, K. E., 'Toward a Model of Organizations as Interpretation Systems', *Academy of Management Review*, 9, 284-295. (1984).

Davenport, T.H. & Prusak, L., *Working knowledge: how companies manage, what they know*. Harvard: Business School Press. (1998)

Davis JA, *Social structures and cognitive structures*. In: Abelson et al (eds) *Theories of cognitive consistency*. RandMcNally, Chicago De Valck K (1969)

Delamare Le Deist, Françoise, and Jonathan Winterton, "What Is Competence?", *Human Resource Development International* 8, (2005):27-46.

Doreian, P., Estimating linear models with spatially distributed data. In Leinhardt, S. (ed.), *Sociological Methodology 1981*, pages 359-388. San Francisco : Jossey-Bass, (1981)

Draganidis, F., Mentzas, G., *Competency based management: a review of systems and approaches*, *Information Management & Computer Security*, Volume: 14 Issue: 1 Page: 51 – 64 ISSN: 0968-5227, (2006)

Edvinsson, L. & Malone, M.S., *Intellectual Capital: Realizing your Company's True Value by Finding Its Hidden Roots*. New York: Harper Business. (1997).

- Egghe, Leo, and Ronald Rousseau. *Introduction to Informetrics*. New York: Elsevier, 1990.
- Estrada, Ernesto, and Juan A. Rodríguez-Velázquez, "Subgraph centrality and clustering in complex hyper-networks", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 364, (2006): 581–594.
- Faust, K.. Comparison of methods for positional analysis: Structural and general equivalences. *Social Networks*. 10, 313-341, (1988)
- Freeman, L.C., A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, V. 40, pp. 35–41, (1977)
- Freeman, L.C.. Turning a profit from mathematics: The case of social networks. *Journal of Mathematical Sociology*. 10, 343-360, (1984).
- Freeman, L.E., Alliances: A new formalism for primary groups and its relationships to cliques and to structural equivalences. (1988)
- Friedkin, N.E., A formal theory of social power. *Journal of Mathematical Sociology*. 12, 103-126, (1986)
- Friedkin, N.E., and Cook, K.S., Peer group influence. *Sociological Methods & Research*. 19, 122-143, (1990)
- Gable G. (1994) Integrating case study and survey research methods: an example in information systems. *European Journal of Information Systems*, Vol. 3, p.112.
- Gallo, G., Longo, G., Nguyen, S. and Pallottino, S., Gli ipergrafi orientati: un nuovo approccio per la formulazione e risoluzione di problemi combinatori, *Atti AIRO* 89, 1989, pp.217-236. (1989)
- Gallo, G., Longo, G., Nguyen, S. and Pallottino, S., Directed Hypergraphs and Applications, *Discrete Applied Mathematics*, 40, pp.177-201, (1993)
- Garfield, Eugene, "Citation analysis as a tool in journal evaluation", *Science* 178, (1972):471-479.
- Gneiser M, Heidemann J, Landherr A, Klier M, Probst F., Valuation of online social networks taking into account users' interconnectedness. *ISeBM Special Issue*, (2010).
- Golub, Gene Howard, and Charles F. Van Loan. *Matrix Computations*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1989.
- Grant, R. M. (1996), 'Prospering in Dynamically Competitive Environments: Organizational Capability as Knowledge integration', *Organization Science*, 7, 375-387.
- Gully, S. M., Incalcaterra, K. A., Joshi, A., Beaubien, J. M., A meta-analysis of team-efficacy, potency, and performance: Interdependence and level of analysis as moderators of observed relationships. *Journal of Applied Psychology*, Vol 87(5), Oct (2002);

Haas , P. M., Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination, *International Organization*, Vol. 46, No. 1, Knowledge, Power, and International Policy Coordination., pp. 1-35. (1992)

Håkanson, L., 'Creating Knowledge: The Power and Logic of Articulation', *Industrial and Corporate Change*, 16, 51-88, (2007)

Heene, A. and Sanchez, R. (Eds.) *Competence-Based Strategic Management*, Chichester: John Wiley and Sons, (1997).

Hellstrom, T., Husted, K., Mapping knowledge and intellectual capital in academic environments: A focus group study, *Journal of Intellectual Capital* Volume 5, Issue 1, pp. 165 - 180, (2004)

Hellstrom, Tomas, and Kenneth Husted, "Mapping knowledge and intellectual capital in academic environments: A focus group study", *Journal of Intellectual Capital* 5, (2004):165 – 180.

Hong, J., Ståhle, P., The coevolution of knowledge and competence management, *Int. J. Management Concepts and Philosophy*, Vol. 1, No. 2, 129, (2005)

Honkela, T., Nordfors, R., Tuuli, R., Document maps for competence management, In *Proceedings of the Symposium on Professional Practice in AI*, pp. 31–39. IFIP, (2004)

Howard, Keith, and John A. Sharp. *The Management of a student research project*, Hants: Gower Publishing Limited, 1983.

Janasik N., Honkela, T., Bruun, H., Text Mining in Qualitative Research: Application of an Unsupervised Learning Method, *Organizational Research Methods* Volume 12, Number 3, (2009)

janasik, Nina, Timo Honkela, and Henrik Bruun, "Text Mining in Qualitative Research: Application of an Unsupervised Learning Method", *Organizational Research Methods* 12, (2009):1-24.

Jeong, Ki Young, Lee Wu, and Jae Dong Hong, "IDEF method-based simulation model design and development", *Journal of Industrial Engineering and Management* 2, (2009): 337-359.

Kapferer, B., Norms and the manipulation of relationships in a work context. In Mitchell, J.e. (ed.), *Social Networks in Urban Settings*, pages 181-244. Manchester, England : Manchester University Press. (1969)

Kiss C, Bichler M, Identification of influencers – measuring influence in customer networks. *Decis Support Syst* 46(1):233– 253, (2008).

Kleinberg, Jon, "Authoritative sources in a hyperlinked environment", *Journal of the ACM* 46, (1999):604–632.

Klemp, Jr., G.O., *The Assessment of Occupational Competence*, Washington, DC: National Institute of Education. (1980)

Kogut, B., and Zander, U. (1996), 'What Firms Do? Coordination, Identity and Learning', *Organization Science*, 7, 502-518.

- L Frazier - Performance and Competence, Encyclopedia of Cognitive Science - Wiley Online Library, (1990)
- Lado, Augustine A., and Mary C. Wilson, "Human Resource Systems and Sustained Competitive Advantage: A Competency-Based Perspective", *The Academy of Management Review* 19, (1994):699-727.
- Laumann, E.O., Marsden, P.V., and Galaskiewicz, J., Community-elite influence structures: Extension of a network approach. *American Journal of Sociology*. 83, 594-631, (1977).
- Lee A. (1991) Integrating positivist and interpretive approaches to organizational research. *Organization Science*, Vol. 2, p.342.
- Lee S, Yook SH, Kim Y, Centrality measure of complex networks using biased random walks. *Eur Phys J B* 68(2):277–281, (2009)
- Leifer, E.M., and White, H.c., A structural approach to markets. In Mizruchi, M.S., and Schwartz, M. (eds.), *Intercorporate Relations: The Structural Analysis of Business*, pages 85-108. Cambridge, England : Cambridge University Press, (1987).
- Levine, J.R., The sphere of influence. *American Sociological Review*. 37, 14-27, (1972)
- Marr, Bernard., Giovanni Schiuma, and Andy Neely , "Assessing strategic knowledge assets in e-business", *International Journal of Business Performance Management* 4, (2002):279-295.
- Marr, Bernard., Giovanni Schiuma, and Andy Neely , "Assessing strategic knowledge assets in e-business", *International Journal of Business Performance Management* 4, (2002):279-295.
- Marsden, P.V. Network Data and Measurement. *Annual Review of Sociology*. 16, 435-463. (1990)
- Marsden, P.V., Laumann, E.O., Mathematical ideas in social structural analysis. *Journal of Mathematical Sociology*. 10, 271-294, (1984)
- Martelli, A. and Montanari, U., Additive AND/OR graphs, *Proc. IJCAI*, 3, 1973, pp.1-11. (1973)
- McLelland, D. C., Testing for Competence rather than for "Intelligence". *American Psychologist*, 28, pp. 1-14, (1973)
- McPherson, J.M., Hypernetwork sampling: Duality and differentiation among voluntary organizations. *Social Networks*. 3, 225-249, (1982)
- Melnyk, A., Handfield, R., May you live in interesting times . . . the emergence of theory-driven empirical research, *Journal of Operation Management*, (1998)
- Melnyk, Steven A., and Robert B. Handfield, "May you live in interesting times... the emergence of theory-driven empirical research", *Journal of Operation Management* 16, (1998):311-319.
- Meredith J. (1998) Building operations management theory through case and field research. *Journal of Operations Management*, Vol. 16, p. 441.

- Moore, David R., Mei I. Cheng, and Andrew R.J. Dainty, "Competence, competency and competencies: performance assessment in organizations", *Work Study* 51, (2002):314 – 319.
- Moreno, J. L., *The sociometry reader* The Free Press, Glencoe, (1960);
- Morgan, G. *Riding the Waves of Change: Developing Managerial Competences for a Turbulent World*, San Francisco: Jossey-Bass, (1988).
- Nadler, David A., and Mark Tushman, "The organisation of the future: strategic imperatives and core competencies for the 21st century", *Organisational Dynamics* 27, (1999):45–58.
- Nahapiet, J. and Ghoshal, S. (1998), 'Social Capital, Intellectual Capital and the Organizational Advantage', *Academy of Management Review*, 23, 242-266.
- Nemeth, R.I, Smith, D.A., International trade and world-system structure, A multiple network analysis. *Review*. 8, 517-560, (1985).
- Newman, Mark. E.J.," Scientific collaboration networks. II. Shortest paths, weighted networks, and centrality", *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics* 64, (2001):1-7.
- Nguyen, S. and Pallottino, S., Hyperpaths and shortest hyperpaths, in: "Combinatorial Optimization" (B. Simeone, ed.), "Lecture Notes in Mathematics", 1403, Springer-Verlag, Berlin, pp.258-271 (1989)
- Nickerson, J. A. and Zenger, T. R (2004), 'A Knowledge-Based Theory of the Firm – the Problem-Solving Perspective', *Organization Science*, 15, 617-632.
- Nielsen, L.R. and Pretolani, D., A remark on the definition of a B-Hyperpath, Technical report of Department of Operation Research, University of Aarhus, (2001).
- Nieminen J, On the centrality in a graph. *Scand J Psychol* 15(1):332–336, (1974)
- Nirschl, Franz, Manfred Fuchs, and Jürgen Dorn, "A Quantitative Competence Model for e-Recruiting and Team Building in Safety Critical Domains", *Proceedings of the 14th International ICE-Conference on Engineering, Technology and Innovation*, Lisboa, 2008.
- Nonaka, I; Takeuchi, H. *The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York: Oxford University Press. pp. 284, (1995)
- Okamoto K, Chen W, Li XY, Ranking of closeness centrality for large-scale social networks. In: Preparata FP, Wu X, Yin J (eds) *Frontiers in algorithmics*. Springer, Berlin, pp 186–195, (2008)
- Orr, J. E. (1996), *Talking about Machines: Ethnography of a Modern Job*. Cornell University Press: Ithaca, NY.
- Peffer, Ken, Ture Tuunanen, Marcus Rothenberger, and Samir Chatterjee, "A Design Science Research Methodology for Information Systems Research", *Journal of Management Information Systems* 24, (2007):45-77.

- Pitt, Martyn, and Ken Clarke, "Competing on Competence: Knowledge Perspective on the Management of Strategic Innovation", *Technology Analysis & Strategic Management* 11, (1999):301-316.
- Prahalad, C.K. & Hamel, G., The core competence of corporation. *Harvard Business Review*. May-June, 79–91, (1990).
- Prusak, L. 'Where did knowledge management come from?', *IBM Systems Journal*, Vol. 40, No. 4, pp.1002–1007, (2001).
- Rodrigues, S., Oliveira, J., Moreira de Souza, J., Competence mining for virtual scientific community creation, *Int. J. Web Based Communities*, (2004)
- Rodrigues, Sergio, Jonice Oliveira, and Jano Moreira de Souza, "Competence mining for virtual scientific community creation", *IADIS International conference of Web Based Communities*, Lisboa, Portugal, 2004.
- Rogers, E.M., Network analysis of the diffusion of innovations. In Holland, P.W., and Leinhardt, S. (eds.), *Perspectives on Social Network Research*, pages 137-164. New York: Academic Press, (1979)
- Romero, David, Nathalie Galeano, and Arturo Molina. "A Virtual Breeding Environment reference model and its instantiation methodology". In *Pervasive Collaborative Networks* edited by Luis Camarinha-Matos, and Willy Picard. New York: Springer, 2008.
- Rousseau R, Zhang L, Betweenness centrality and Q-measures in directed valued networks. *Scientometrics* 75(3):575–590, (2008)
- Rowe, Christopher, "Clarifying the use of competence and competency models in recruitment, assessment and staff development", *Industrial and Commercial Training* 27, (1995):12-17.
- Sabidussi, G., The centrality index of a graph. *Psychometirka*, V. 31, 581–603, (1966).
- Sailer, LD., and Gaulin, S.J.C.,. Proximity, sociality, and observation : The definition of social groups. *American Anthropologist*. 86, 91-98, (1984)
- Sandberg, J., 'Understanding human competence at work: an interpretative approach', *Academy of Management Journal*, Vol. 43, No. 1, pp.9–25, (2000)
- Schmidt, F. L., Hunter, J. E., Development of a Causal Model of Processes Determining Job Performance *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 1, No. 3, Jun., (1992)
- Schur, Anne, Kelly A. Keating, Deborah A. Payne, Tom Valdez, Kenneth R. Yates, and James D. Myers, "Collaborative suites for experiment-oriented scientific research", *Interactions* 3,(1998):40–47.
- Scott, J., "L'analisi delle reti sociali" (1997) traduzione italiana a cura di Enrica Amaturò, *La Nuova Italiana Scientifica di "Social Network Analysis: A Handbook"*, Sage Publications, London, 1991.
- Scott, J., *Social network analysis: A handbook* Sage, London (1991)

- Seidman, S.B., and Foster, B.L., A graph-theoretic generalization of the clique concept. *Journal of Mathematical Sociology*. 6, 139-154, (1978)
- Senge, P.M.. *The Fifth Discipline*. Currency: Doubleday. (1990)
- Shaw ME, Group structure and the behavior of individuals in small groups. *Journal of Psychology* 38:139–149, (1954)
- Shaw, Mary, “What Makes Good Research in Software Engineering?”, *International Journal of Software Tools for Technology Transfer* 4, (2002):1-7.
- Snyder, D., Kick, E., Structural position in the world system and economic growth 1955-70: A multiple network analysis of transnational interactions. *American Journal of Sociology*. 84, 1096-1126, (1979)
- Spencer, L.M, Spencer, S. M., *COMPETENCE AT WORK Models for Superior Performance*, eds. John Wiley and Sons (1995);
- Sveiby, K.E., *The new Organisational Wealth, Managing and Measuring Knowledge based Assets*. San Francisco: Barret-Koehler Publishers. (1997). Prusak, L., ‘Where did knowledge management come from?’, *IBM Systems Journal*, Vol. 40, No. 4, pp.1002–1007, (2001).
- Taylor, F., *The Principles of Scientific Management*, New York: Harper & Row, (1911).
- Teece, D.J., Pisano, G. and Shuen, A. (1997) ‘Dynamic capabilities and strategic management’, *Strategic Management Journal*, Vol. 18, No. 7, pp.509–533.
- Thurman, B. In the office: Networks and coalitions. *Social Networks*. 2, 47-63, (1980)
- Ulrich, D., Intellectual Capital = Competence + Commitment. *Sloan Management Review*. Winter, 15–26, (1998)
- Van Atteveldt, W., Kleinnijenhuis, J., Oegema, D., Schlobach., *Representing Social and Cognitive Networks*, Proceedings of the 2nd Workshop on Semantic Network Analysis, Budva, Montenegro, June 12, (2006)
- Van Maanen J., (1998) *Qualitative studies of organizations*. SAGE Publications, Oaks, California.
- Vartiainen, M., Kokko, N. and Hakonen, M., ‘Competences in virtual organizations’, *Work and Lifelong Learning in Different Contexts: 3rd International Conference of Researching Work and Learning*, Proceedings Book I, University of Tampere, pp.209–216, (2003).
- Vatanen, T., Paukkeri, M., Nieminen, I.T., Honkela, T., Analyzing authors and articles using keyword extraction, self-organizing map and graph algorithms. In *Proceedings of the AKRR08*, pages 105–111, (2008)
- Volpentesta, A. P., Felicetti, A. M., Identifying opinion leaders in time-dependent Commercial Social Networks, *PRO-VE'12 - 13th IFIP Working Conference on Virtual Enterprises*, (2012b);

Volpentesta, A. P., Felicetti, A. M., Representing and Mapping Research Competencies within a Scientific Community, to appear in KNOWLEDGE MANAGEMENT: AN INTERNATIONAL JOURNAL, (2012a)

Volpentesta, Antonio. P., "Hypernetworks in a directed hypergraph", European Journal of Operational Research 188, (2008):390–405.

Voss C., Tsiriktsis N., Frohlich M. (2002) Case research in operation management. International Journal of Operations and Production Management, Vol. 22, p. 195.

Wacker, J.G., A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management, Journal of Operations Management ,16, (1998)

Wacker, John G., "A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management", Journal of Operations Management 16, (1998):361-385.

Wasserman, S., Faust, K.,. Social Network Analysis: Methods and Applications. Cambridge: Cambridge University Press, (1994)

Wexler, M. N., The who, what and why of knowledge mapping, Journal of Knowledge Management; Volume 5, Issue 3, (2001)

Yonamine, Reinaldo K., Osvaldo S. Nakao, Jose S. C. Martini, and Jose A. B. Grimoni, "A program for the professional development of Brazilian engineering students: origin and development", Proceedings of the International Conference on Engineering Education & Research, Korea, 2009.

Zachary, W.W., Modeling social network processes using constrained flow representations. Social Networks 6, 259-292, (1984)

Zollo, M. and Winter, S. G. (2002), 'Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities', Organization Science, 13, 339-351.

APPENDICE A

Titolo	Autori	Anno
CONTRIBUTION OF PERVASIVE INTELLIGENCE TO COLLABORATIVE INNOVATION PROCESSES	Veronica Serrano, Thomas Fischer	2006

Collaborative Network Dimensions

		KEYWORDS
Structural dimension	Actors / relationships	
	Roles	
Componential dimension	Hardware / software resources	Ubiquitous innovation systems; ambient intelligence; properties of ubiquitous systems; ubiquitous networking; new IT paradigm; ubiquitous computing;
	Human resources	
	Information / knowledge resources	
	Ontology resources	
Functional dimension	Processes	
	Auxiliary processes	
	Methodologies	formulation of innovation system structures;
Behavioral dimension	Prescriptive behavior	
	Obligatory behavior	
	Constraints and conditions	
	Contracts and cooperation agreements	
Meta dimension		
External view		

Collaborative Network Organizational Forms

	KEYWORDS		
COLLABORATIVE NETWORK	collaborative distributed innovation processes; Pervasive intelligence;		
	KEYWORDS		KEYWORDS
Continuous production driven Network		Supply chain	
		Virtual Government	
Market Opportunity driven Network		Virtual Enterprise	
		Virtual Organization	
		Extended Enterprise	
		Virtual Team	

	KEYWORDS		KEYWORDS
Human Breeding Environments (Communities)		User's Community	
		Community of Practices	
Organizational Breeding Environments		Industry Cluster	
		Industrial District	
		Business Ecosystem	
		Collaborative Virtual Lab	
		Disaster rescue Net	
		Innovation networks	

Application Domain

	KEYWORDS
PRIMARY SECTOR (Extraction of raw materials)	
Agriculture	
Fishing	
Forestry	
Hunting	
Mining	
Quarrying	
	KEYWORDS
SECONDARY SECTOR (Manufacturing)	
Aeronautic	
Aerospace	
Automotive	
Chemical	
Construction	
Electronics	
Energy (petroleum, natural gas, electricity)	
Household Appliance	
Mechanical	
Metalworking	
Plastics	
Telecommunication	

Textile	
Wood	
	KEYWORDS
TERTIARY SECTOR (Industrial Services & Commerce)	
Distribution	
Hospitality	
Maintenance services	
Retail	
Transportation	
	KEYWORDS
QUATERNARY SECTOR (Intellectual Services)	
Active Ageing	
Banking	
Business Services	
Consulting	
Education	
Entertainment	
Government Services	
Healthcare	
Information And Knowledge Management	
Insurance	
Legal Practice	
News & Media	
Research And Development	
Social Services	
Tourism	

Description

Il paper analizza l'impatto esercitato dalla pervasive intelligence sui processi collaborativi finalizzati all'innovazione. A fronte dell'avvento di un nuovo paradigma IT, si fornisce una descrizione delle proprietà caratterizzanti gli ubiquitous systems (miniaturizzazione, context-awareness, connettività, calm computing, ecc.). Inoltre, si definisce una possibile struttura di un sistema di innovazione la cui formulazione è stata ottenuta grazie al contributo fornito dalla pervasive intelligence applicata ai processi collaborativi d'innovazione. Il modello ciclico così ottenuto permette la derivazione di una metodologia ad hoc il cui utilizzo influenza positivamente i processi di innovazione collaborativa.

Titolo	Autori	Anno
ASSESSMENT OF COLLABORATIVE NETWORKS STRUCTURAL STABILITY	Vera Tolkacheva, Dmitry Ivanov, Alexander Arkhipo	2007

INDICE

Collaborative Network Dimensions

		KEYWORDS
Structural dimension	Actors / relationships	CN coordinator ; CN partners ; coordinator's interest ; executor's interest
	Roles	
Componential dimension	Hardware / software resources	
	Human resources	
	Information / knowledge resources	
	Ontology resources	
Functional dimension	Processes	
	Auxiliary processes	stability assessment ; execution plan feasibility ; project structuring ; executors structuring
	Methodologies	technological network ; curves of indifference ; index of structure consolidation (ISC)
Behavioral dimension	Prescriptive behavior	plan stability ; collaboration stability ; project stability
	Obligatory behavior	
	Constraints and conditions	
	Contracts and cooperation agreements	
Meta dimension		
External view		

Collaborative Network Organizational Forms

	KEYWORDS		
COLLABORATIVE NETWORK	CN design		
	KEYWORDS		KEYWORDS
Continuous production driven Network		Supply chain	
		Virtual Government	
Market Opportunity driven Network		Virtual Enterprise	
		Virtual Organization	
		Extended Enterprise	
		Virtual Team	
	KEYWORDS		KEYWORDS
Human Breeding Environments	information breeding environment	User's Community	

(Communities)		Community of Practices	
Organizational Breeding Environments		Industry Cluster	
		Industrial District	
		Business Ecosystem	
		Collaborative Virtual Lab	
		Disaster rescue Net	
		Innovation networks	

Application Domain

	KEYWORDS
PRIMARY SECTOR (Extraction of raw materials)	
Agriculture	
Fishing	
Forestry	
Hunting	
Mining	
Quarrying	
	KEYWORDS
SECONDARY SECTOR (Manufacturing)	
Aeronautic	
Aerospace	
Automotive	
Chemical	
Construction	
Electronics	
Energy (petroleum, natural gas, electricity)	
Household Appliance	
Mechanical	
Metalworking	
Plastics	
Telecommunication	
Textile	
Wood	
	KEYWORDS
TERTIARY SECTOR (Industrial Services & Commerce)	
Distribution	
Hospitality	
Maintenance services	
Retail	
Transportation	
	KEYWORDS
QUATERNARY SECTOR (Intellectual Services)	
Active Ageing	
Banking	
Business Services	
Consulting	
Education	
Entertainment	
Government Services	
Healthcare	
Information And Knowledge Management	
Insurance	
Legal Practice	
News & Media	
Research And Development	
Social Services	
Tourism	

Description

Questo articolo descrive un framework utile per valutare la "stabilità" di una Collaborative Network. Per stabilità si intende la tendenza di una CN a rispettare gli obiettivi pianificati in condizioni di incertezza o di alterazione dei parametri di esecuzione. Un basso grado di stabilità può pregiudicare o, peggio, portare al fallimento il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

L'analisi di questo indice può aiutare a migliorare la capacità di prendere decisioni circa la struttura di una CN, qualora dovessero verificarsi condizioni di incertezza.

Il framework è strutturato in due fasi: nella prima si costruiscono più strutturazioni di una CN e da esse si sceglie quella che è considerata più vantaggiosa. La seconda fase mira a studiare la stabilità interna della struttura di CN scelta; tale fase utilizza una metrica (introdotta dagli autori) che offre una descrizione sintetica del grado di stabilità, l'ISC (Index of Structure Consolidation).

L'ISC (normalizzato nell'intervallo [0,1]) descrive l'interesse reciproco nel portare avanti un determinato progetto tra il coordinatore e i membri di una CN. Più è alto tale indicatore, maggiormente affidabile sarà il rapporto di collaborazione tra i membri e minore sarà la probabilità di rischio di fallimento del progetto.

APPENDICE B

6TH IFIP CONFERENCE ON COLLABORATIVE NETWORKS

Knowledge:

	<i>Problem identification</i>	<i>Objectives of a solution</i>	<i>Design and development</i>	<i>Demonstration</i>	<i>Evaluation</i>
<i>Analytic model</i>		5; 6; 13; 26; 28;	5; 6; 13; 26; 28;	6; 28;	
<i>Empirical model</i>		30; 43;	30; 43;		
<i>Descriptive model</i>	3; 21; 29; 31; 33; 34; 49;	3; 8; 9; 11; 12; 17; 19; 21; 25; 29; 31; 33; 34; 44; 49; 57;	8; 9; 14; 17; 19; 24; 33; 44; 57;	14; 17; 24;	
<i>Methods / Techniques</i>		27;	27;		
<i>Methodologies</i>		10; 36;	10; 36;	36;	
<i>Formalisms</i>	37	37; 40;	40;		
<i>Tools</i>	2; 18; 22; 48; 52; 53; 54; 55; 58;	2; 15; 16; 18; 19; 22; 46; 47; 48; 51; 52; 53; 54; 55; 58; 59; 60; 61; 62;	15; 16; 22; 46; 47; 51; 53; 58; 59; 61;	15; 22; 46; 47; 51; 53; 61;	50;
<i>Observations</i>	20; 23; 32; 39; 45; 56;	20; 23; 32; 39; 45; 56; 63;	45; 63;		

Meta knowledge:

	<i>Problem identification</i>	<i>Objectives of a solution</i>	<i>Design and development</i>	<i>Demonstration</i>	<i>Evaluation</i>
<i>Analytic model</i>	41;				
<i>Empirical model</i>					
<i>Descriptive model</i>	1; 4; 7;	1; 4; 7; 38; 41;	1; 4; 7; 38; 41;		
<i>Methods / Techniques</i>					
<i>Methodologies</i>		35; 42;	35; 38; 42;		
<i>Formalisms</i>					
<i>Tools</i>					
<i>Observations</i>					

7TH IFIP CONFERENCE ON COLLABORATIVE NETWORKS

Knowledge:

	<i>Problem identification</i>	<i>Objectives of a solution</i>	<i>Design and development</i>	<i>Demonstration</i>	<i>Evaluation</i>
<i>Analytic model</i>		22, 33, 46, 54	13, 17, 22, 29, 33, 46	13, 29, 33, 46,	
<i>Empirical model</i>		20	8, 20, 28	8, 28	8
<i>Descriptive model</i>	4, 5, 17	2, 14, 17, 30, 31, 36, 42, 45, 53	6, 14, 17, 30, 31, 36, 37, 42, 45, 68	6, 30, 31, 36, 37, 42, 45	
<i>Methods / Techniques</i>			15	15	15
<i>Methodologies</i>		11	11, 55, 63		
<i>Formalisms</i>		3, 60	3, 60,		
<i>Tools</i>	31, 54, 58	9, 16, 18, 24, 25, 26, 27, 34, 35, 38, 40, 43, 47, 49 51, 52, 54, 56, 58, 65, 67	16, 24, 25, 26, 34, 35, 36, 38, 40, 43, 50, 52, 58	26, 41, 52, 58	48
<i>Observations</i>	19, 21, 32, 39, 44, 59, 61 (?), 62, 64, 66, 12	7, 10, 21, 32, 39, 57, 59, 62, 12	57		

Meta - Knowledge:

	<i>Problem identification</i>	<i>Objectives of a solution</i>	<i>Design and development</i>	<i>Demonstration</i>	<i>Evaluation</i>
<i>Analytic model</i>					
<i>Empirical model</i>					
<i>Descriptive model</i>		1	1		12
<i>Methods / Techniques</i>		23	23		
<i>Methodologies</i>					
<i>Formalisms</i>					
<i>Tools</i>					
<i>Observations</i>					

APPENDICE C

STRUCTURAL DIMENSION		COMPONENTIAL DIMENSION				FUNCTIONAL DIMENSION			BEHAVIORAL DIMENSION				META DIMENSION	EXTERNAL VIEW
Actors /relationships	Roles	Hardware / software resources	Human resources	Information / knowledge resources	Ontology resources	Processes	Auxiliary processes	Methodologies	Prescriptive behavior	Obligatory behavior	Constraints and conditions	Contracts and cooperation agreements		
Actors (Company, Organization and Individuals)	3PL operator	ACollab	absorptive capacity	"FAQ" document	agile ontology	Analysis and definition	administration	methodology of competence management	behavior of the member of a VBE	BE Governance rules	availability of parts	alliance	ARCON	collaborative environments work
Actors in an ERP value chain	academic partners	Act (VEsLife Cycle)	adaptation capabilities	CNO Data Access Services	Anticipative Effect-Driven Approach	analysis of business opportunity	Analysis of core values	Repertory grid methodology	behavior semantics	Bylaws in VBEs	availability of staff	appropriate legislative and regulatory framework	axiological perspective	creation of a VBE
actors of the value chain	administrator	advanced ICT platforms and tools	ambient intelligence	CNO Knowledge Search Services	base ontology	anticipative effects-driven approach	assessment of organizations' competencies	network game method	behaviour of participants	clauses and legal terms	Business Process Plan	boundary-spanning virtual alliance	Behavioral dimension	developing new collaborative environments
actors providing services	auxiliary implementor	ADVCOM	Capabilities	Concept Design-Thinking Style Inventory	BMO (Business Management Ontology)	assessment of collaborative networks	business interaction design	Manufacturing System Design Methodology	bilaws	governance rules	complexity of supply chain	business agreements	CNO MODELING DIMENSIONS	ever-changing economic conditions
adaptive human collaboration	Broker	Agenda Manager	collaborative capability	current and historical data	BPMO Business Process Modeling Ontology	assess best practices	business process modeling	Generic-Conceptual-Detailed methodology	cohesiveness and team dynamics	Information Sharing	confidentiality issues	common cooperation agreement	collaboration pattern model	Extensive interaction with all stakeholders
Advertiser	broker company	Agent Container Service	Common VBE cultural	Data mining	business process ontology	automating management of a VO	checking techniques	Multi Agent model development	collaborative behaviors	ISO 8402	Conflict	contract	common principles	fostering R&D collaboration
Advertising agency	Broker organization	Agent Framework for Passenger Transportation VE	competence-based	Data Model	Collaboration ontology	Bidding Process	classification of ontology segments	Operation Research techniques	Competitive behaviour	ISO 9126	constraint	contract between the supplier and purchaser	Componential dimension	getting new business opportunities
agencies	Brokers	Agent technologies	competences	database	Collaboration Ontology	blended learning	competence management	social relationships diagram	cooperation climate	law	Constraints and conditions	Contract Manufacturer (CM)	Conceptual Framework	global aeronautic business market
agent	Business Enabler	aggregate Web services	competencies	discussion forums	collaborative business process templates	breeding process	Competence Profiling	LEAD methodology	coordination protocols	legal independences of partners	copyright	contracts	conceptual maps	housekeeping/beneficial transactions
Agents	business partnering	Agreement negotiation wizard	complementary competences	distributed knowledge	common ontologies	building collaboration network	cooperation processes;	TALAI-SAREA	core-values alignment	multiple negotiations	criticality of repairs	Contracts and cooperation agreements	design principles	impact on the society
agrifood producers cluster (AC)	CDG-Creative Designer Group	AmbianCE	Core ideology	Electronic catalogs	competence ontology	Building core network	creation of trust	Advanced Techniques for Networked Innovation	creativity	normative values	digital transactions	contracts and intellectual property rights	Enterprise Architecture modeling languages	innovative business model
Autonomous entities	Clients	ambient intelligence	cross-functional team	electronic yellow pages	computer-mediated social practice vocabularies	BUSINESS ALIGNMENT	dispute resolution	innovation network scorecard	culture and values	Obligatory behavior	Disabled people	e-contracts	e-service metamodel	Knowledge community support

auxiliary subcontractors	cluster mediator	architecture of a semantic integration	cross-organizational team	Enterprise Knowledge	conceptual maps	Business Process Management	establishment of trust relationships	collaboration pattern model	Deontic logic	Policy Management	dynamic business environment	electronic contracting	framework for modeling	logistics service providers and customers
Binary relationship	CN manager	Areito	diversified competences	game statistics boards	Construction Ontology	business process service composition	Evaluation of Quality	Business Process Management Notation	developing component based business software	privacy preservation	dynamic VOM framework	Estipulated Contracts	Functional dimension	manpower suppliers
bindings between members	CNO members	assistive technology systems	diversified competencies	IMS	Core Ontology of (Web) Services (COS)	Business Processes	Knowledge creation	CPat diagram	distrust	QoS	enforce agreements	Federation approach	Integrated Enterprise model	market access/competitiveness
business actors	CNO services providers	AT (Assistive Technology)	employee performance	information retrieval systems	data semantics	business processes restructuration	knowledge management	PlaNet	dynamic behaviour	required legal confidence	Flexibility constraints	framework contract	meta-level models	Market dimension
business community	Coach	ATutor	Experience	Information Service	DOLCE	business-IT alignment	knowledge search	System Engineering Methodology	ethical code	rules and responsibility	Government policy	group agreement	meta-model	multi-stakeholder
business company	co-developers	Augmented Reality	hard competencies	information system	DOLCE	care service integration	knowledge sharing	Holistic Planning Method	ethical principles	Sanctions	individual maximisation of utility	labor legislation	modeling dimensions	negotiation process
Business entities	COM-Concept Design Manager	BPEL	highly skilled employees	information systems	domain-independent ontology	causal cross-impact analysis	knowledge validation	integrated Process	face-to-face interaction	security	informational asymmetries	long-term collaboration agreements	modeling framework	negotiation processes
business executives	committee	BPEL4WS	Human Resources	Key performance indicator	domains of knowledge	changing memberships	Life Cycle Analysis	System Structuring	flexibility	VBE Governance rules	IPR(Intellectual Property Rights)	main contractors	modeling framework for CNOs	open multi-technology service
business oriented virtual organization	Concept Design Manager (CDM)	BSCW	Innovators' knowledge	KMS	E-Cognos	cn configuration	manage simultaneous Knowledge protection and sharing	Adaptative Object Components	good faith	VBE operational rules	Jabber Protocol	Service Level Agreement (SLA)	modeling technique	Regional Development Agency
business partner	coordinator	Business Processes Execution Language for Web Services	intangible assets	Know-How	E-learning cube model	cn design	measuring the trustworthiness	Role Based Approach	group dynamics			Service Level Agreements (SLAs)	modeling theories	Regional Government
business partners	Creative Designers Group (CDG)	CAD system for POMS design	intellectual capital	knowledge base	ENIO	CN planning	member profile management processes	direct gathering	guidelines		limited resources	SLA	modeling tools	Relations towards customer
BUSINESS RELATIONSHIPS	Customer participation	CAD system for POMS design	knowledge and experience	Knowledge Management	Enterprise interoperability ontology	CO Characterization	member qualification process	Graphical Modelling Framework	human negotiations		Open-source	SLA-Service license agreement	modelling constructs	service providers
business users	decision-maker	CODESNET web portal	learning capacity	Knowledge Management program	Enterprise Ontology	co-creation	Membership management	Risk based approach	individual motivations		opportunistic behaviour	smart contracts	multi-perspective vision	Services systems
buyer	Design Office Agent	collaboration space	Organizational competence	Knowledge management system	formal definition of the data	Collaboration Opportunity Identification	ontology composition	Interaction based approach	Information sharing		PRIVACY	stable long-term collaboration agreements	Operational model	social environment
CallCareCenter modules	Direction Board	Collaborative business infrastructures-CBI	Participant capabilities	Knowledge management systems	formal explicit description of concepts	collaboration processes	ontology decomposition	Consumer-opinion based approach	Innovation Willingness		Quality of Care	subcontracting	Production Network Theory	Societal dimension
Car parking companies	DM	Collaborative Knowledge Management Environment	Skills	knowledge repository	Forward Independent Tracking	collaborative business activity	ontology development	EFQM model	innovative behaviour		security framework	subcontracting form	properties of graphs	Socio-Economic Environment

central government	EDT-Evaluation Designer Team	collaborative technologies	skills and competences	Maintenance task database	FUSION Ontology	collaborative business process	ontology management	SCEM	interoperability requirements		SLA	technical multi-party contracts	Public relation model	stakeholders
Citizen	e-learning specialist	common base ICT infrastructure	skills and competencies	market knowledge	Mould and Die Ontology	Collaborative concept design	ontology mapping	Vendor Managed Inventory	interoperability rules		social norms		Quantitative Models of CN	subcontracting and subcontracted companies
citizens	electronic mediators	common ICT infrastructure	social capital	medical information	ontologies	collaborative conceptualisation process	ontology segmentation techniques	innovation action approach	mediating collaboration		temporal constraints on tasks		Reference model	subcontractors
client	employees	Common Information Spaces (CIS)	soft competencies	operational variation metrics	Ontology	Collaborative decision-making	Performance Management	MILP	moral principles		Tension		Reference model for Collaborative Networks	supplier relations
Clients	end consumer	common interoperable infrastructure	sharing of competence	organizational knowledge	Ontology Development Methodology	collaborative design	pro-active monitoring stage	mathematical programming	moral/ethical principles		Thinking style diversity		strategic research plan	suppliers
Client-Supplier	Energy service partner	communication device	sharing of knowledge	Performance Repository	ontology evolution	collaborative network management	process of innovation	Scenario Planning	mutual interorganizational trust		VO security policies		Structural dimension	Support dimension
Cluster	Evaluation Designer Team (EDT)	communication systems	sharing of resources	repositories	Ontology for business model	collaborative networks management	reactive monitoring stage	CODESNET analysis approach	negotiations		W3C protocol		sub-dimensions	transporters
collaborators	Experts	communication technologies		Repository	ontology for the VBE	collaborative planning	serendipity management	Machine Learning	negotiator personalities				SUPPLY NETWORK MODEL	worldwide competitiveness
collection agencies	Fleet Provider/Operator	community portal		search engine	ontology modelling basis	Collaborative process goals	supply chain smart coordination	Artificial Intelligence	netetiquette policies				tacit dimensions of collaborative network	
Company	franchisor	Competency Management System		semantic mediation service	Ontology of competencies / skills	collaborative processes	trust building	UML(Unified Modelling Language)	Prescriptive behavior				taxonomy	
Competence Cells	general assembly	component based business software		semantic service publication	Ontology Repository	collaborative procurement		SADT	Quality requirements				The "seven S" model	
competitors	guarantee authority	computational Grid		Supply Forecast	Ontology resources	community building		GRAI	RBVO protocol				theory of emergence	
communicative interaction	home care users	computer networks		VISP Repositories	Osterwalder's ontology	Concept Design		class diagram	reciprocity mechanism				tools and theories to the CNO modeling	
Consultant	In/-Outsourcing managers	computer technologies		visual knowledge models	OWL-DL	Concepts Functionality and VOs Identification		"six coloured hats" method	regulation mechanism				trust building model	
consultants	Innovative services	computer-assisted		web-based databases	P3P-based onthology	Conceptual Design Network formation		collaborative project model	risk sharing				value chain processes frameworks	
consulting firms	Intermediaries	computer-based tools		Management Information System	process ontology	conceptualization process		work breakdown structure	role of trust				VE Model	
consulting/research institutes	intermediary entities	computing technologies			process template ontology	construction project management		collaborative problem solving model	rules and procedures				virtual breeding environment reference model	
consumers	Management team	contract management tools			product centric systems	continous product development		ad-hoc collaboration model	self-organizing				Virtual Enterprise model	
consumers group (CG)	Market Broker Agent	CORBA			product data management	contract enactment		minimun squares method	social behaviour repertoire					

					(PDM)									
co-operating entities	material and service providers	Data Capturing Technologies			Protégé-OWL ontology	Contract enforcement		Methodology for Business Model Definition	social elements					
corporate persons	mediator	decision support framework			reference model of data semantics	contract establishment		MIT Process Handbook methodology	social interactions					
Coupling	mediators	decision support system			Request Business Details	contract management		semi-automatic goal-driven composition	social norms					
course teacher	member	Decision Support Systems			semantic Web	Contract monitoring		dynamic data mediation	social protocol					
cross-functional team	member of network	display devices			Service classification taxonomy	Contract negotiation		Model for business benefits estimation	Social Requirements					
cross-organizational team	member organizations in VBEs	Distributed Artificial Intelligence			share information	Contracting for International collaborations		Performance Mesurement (PM)	soft-factor cooperation climate					
Customer	members	Distributed Design System			shared ontology	contracting process		Generic Product Model (GPM)	software production network					
customers	members and stakeholders	distributed design tools			shared ontology	Coordination of activities		integrated modeling approach	standards protocols of communication					
customer-supplier relationships	Members of NE	distributed engineering tools			standard meta-data	coordination of distributed r&d partners		Conceptual Blending Theory (CBT)	Strategic Alignment					
departments	negotiator	Distributed Information Services			SUMO	Core activities of VDO		consensus building techniques	sustainable development policies					
Developer	Network Broker	distributed manufacturing systems			Upper Enterprise Interoperability Ontology (Upper ENIO)	create and to design virtual learning laboratories		balanced scorecard	transactions mechanism between partners					
developers	network facilitators	Dolphin			VE's Service Ontology	creating interface networks			trust					
disaster rescue teams	Network Manager	DSRC technology				creation of virtual enterprises			trust between partners					
Distributed entities	Network Member	DSS				creation of VO supply networks			trust in sellers					
Distributors	offer services	E-business Portals				creation, operation and dissolution of VEs			trust life cycle					
e-Care Watch coordination	opportunity broker	e-business software				cross-organizational process control			trust relationship establishment					
educational organizations	Order manager	ebXML				decentralised decision making			trust relationships					
elder professional	Partner	Eclipse platform				decentralized collaborative processes			TRUST required for the management					

E-learning specialists	Partners	e-collaboration platform				decision making			trustable environments					
Electronic Markets	Partnership	e-infrastructures				decision-making			understand the organization culture					
e-moderator	planner	EIS				decision-making process			Understanding/sharing VO goals					
employee-manager relationships	prime-contractor	e-learning platforms				Decision-Making Processes			value systems					
End Users	process-oriented roles	electricity market simulator				Design of complex electronic systems			VBE culture					
end-customers	product suppliers	Electronic Auction Market				develop innovative services			VBE ethical code					
Energy Providers	project leader	electronic information infrastructure				Distributed business processes			vbe governance					
Energy Service Companies	Project Manager	enterprise information systems				distribution plans			VO feelings or VO atmosphere					
engineering collages	project team	Enterprise Portals				DPB management			ways of trust building					
engineers	prosumer	ERP				dynamic production planning								
Enterprise	provider	E-Services				e-contracting process								
Enterprises	quality manager	Expert Systems				end-to-end care delivery processes								
Enterprises collaboration	Recipients	federate services				enterprise integration								
entrepreneurs	Require services	FIPA ACL				enterprise modeling								
EPFL	retailer	FUSION				e-ordering								
eProfessional	role of elder people	GERAM				e-procurement								
ERP dealers	roles for R&D collaboration	Globus toolkit				e-Training								
ERP vendors	roles of mediators	Graphical Modeling Framework				evaluate specific sourcing options								
experienced user	Roles of VO partners	graphical tools				evaluating network needs								
firms	seller	Grid Services				evaluation of existing practices and services								
formal relationship	Service Aggregator	Group Decision Support Systems				execution flow management								
Furniture Supplier	service consumer	Groupware				execution of transitions								

free-lancer individual workers	service provider	Helice.Net				Experience Sharing													
free-lancers	Service Providers	heterogeneous databases				Forecasting Processes													
full cooperative paradigm	service supplier	horizontal services				fulfillment management													
Gas stations	sourcing suppliers	HTML				Gap Analysis													
general contractor	squad member	ICT infrastructure				Hospital equipments and drugs management													
government agencies	squad moderator	ICT tools				identify configurations of a VO													
Government customers	stakeholders	ICT-platform				implementation processes													
governmental support organizations	supplier	iGenda				implementing business services													
Governments	suppliers	ImportNET				information extraction													
Graphical Media company	Support organization	information and communication technologies				integrated planning (S&OP)													
group of companies	Supporters	information and communication technology				inter-business processes													
groups	tasks	information collection tools				inter-organisational business process													
H2H	team managers	information system				interpersonal communication processes													
heterogeneity of participants	team members	Information Technology (IT)				intra-business processes													
Heterogeneous entities	Teams of senior professionals	integrated information systems				Inventory Replenishment Process													
Hierarchical Relationships	technology intermediary	Intelligent Adapter Generation Tool				Learning													
High schools	trading partners	intelligent agents				learning processes													
Home and Relatives modules	transaction intermediary	Intelligent Building Management				logistic processes													

		Systems (iBMS)												
Horizontal Structure	Transport Operator	Intelligent Decision Support System				logistics								
Hub-and-spoke	Transportation End User	Intelligent DSS				logistics process								
In/-Outsourcing managers	Transportation User Association	Intelligent manufacturing systems				main processes								
incident management teams	users	Intelligent Personalization Trainer (IPT)				maintenance scheduling								
independent companies	VBE administration	Interactive Interoperability Layer (IIL)				maintenance tasks								
individuals	VBE Advisor	Internet technology				management functionalities								
industrial partners	VBE creators	INTERNET WEB SERVICES				management of collaborative networks								
influence relationship	VBE Expertise Provider	Intranet platform				management of simultaneous								
Institution	VBE Guest played	IRC Internet Relay Chat				Management Process								
Institutions	VBE member	IT Support				managing a territorial network								
integration and interoperability of partners	VBE member organizations	IT system module				managing shared projects								
Interaction	VBE members	IT technology				manual process composition								
Interdependence and symbiotic relationships	VBE Ontology Provider	IT tools				Mobile Process Service (MPS)								
inter-enterprise collaboration	VBE planner	ITOBO				modeling complex adaption								
inter-firm collaboration	VBE Service Provider	IT-support				modeling process								
Interlinking Dependency	VDO (Virtual Development Office)	Jade Platform				NEGOTIATION								

Internal Consortium	VENDOR	java				network design								
Interoperability	vendors	Jena java API				Network incubation								
interorganizational business	Virtual Development Office	keystone entity				network management								
interorganizational collaboration	Virtual Organization Management	Kivio-KOffice				network partner management								
interorganizational relationships	VO Broker	Knowledge Management Framework				network planning								
inter-organizational relationships	VO brokers	learning algorithms				network relationship analysis								
interorganizational trust	VO Coordinator	Learning Content Management System				networked innovation								
inter-organizational trust	VO Manager	Lightweight Architecture				networks' planning								
intra-organization relationships	VO member	lightweight platforms				off-line/intelligent processes								
intra-organization relationships	VO Planner	LMS				Online collaborative processes								
ISP	VO planners	location tracking				on-line/smart processes								
Knowledge worker	VO Support institutions	Mailing lists				Order Fulfillment Process								
knowledge workers	wholesaler	MANET				order management								
Knowledge-intensive cooperation	work groups	media device				Partner Identification								
local governments		memory assistant sub module				partner selection								
local SMEs		messaging infrastructure				Partners Search and Suggestion								

Logistic Operator		METIS				partners selection								
logistics service providers		Middleware				Partners' selection								
long-term agreements		Middleware applications				partner-selection								
long-term relationships		middleware technology				performance based maintenance								
main contractors		mobile agent architecture				performance management								
major factories		model management platform				performance measurement								
managers		modular toolset				planning process								
material engineers		Moodle				Planning Processes								
mechanical engineer		Multi Agent Architecture				POMS reconfiguration								
mediator services		Multi Agent Systems				pricing								
Medical Educator		Multi Domain Engineering Tool				problem solving								
mobile users		multi-agent framework				process of service procurement								
motorway management company		multiagent platform				process planning								
Mould and die makers		multi-agent system				Product requirement analysis								
Multiple Service Providers		multiagent systems				Product Concept Functional Descriptions								
municipalities		multi-agent systems				Product Deployment								
Municipality Chief Officer		multimedia system				product design								
mutual interorganizational trust		multiplayer online game				product development								

mutual trust		Neighbourhood Management Systems				Product Function Design								
national public health departments		one-stop portals				Product Lifecycle Management(P LM)								
national representatives		online strategy game				Product publication								
network of actors		Ontology Integration Tool				Product Return Process								
Non-profit institutions		ontology library system				production systems								
organisational units		ontology-driven match-making algorithms				Profiling management								
Original Equipment Manufacturer		Ontology-Driven Service-Oriented Integration				project management								
paying customers		open data standards				promote trust among members								
people		Open Grid Service Architecture				provide lifecycle services								
personal assistant practice		open-source software				qualitative planning								
potential conflicts		Operation Structure				real-time tracking								
Potential conflicts		operational design support tools				reducing costs								
Potential Partner		OWL				Request for X (RFx) process								
private organization		P2P				re-writing procedure								
producer		P2P Services				Sales & Operations Planning Process								
producers		PDA Personal Digital assistant				search and discovery of services								

project members		PDKM				seeking to form partnerships								
property sharing		Peer-to-Peer				selecting performance indicators								
Public Administration		peer-to-peer architecture				selection of partners								
public agencies		peer-to-peer systems				Self-care processes								
Public Health European Agency		PEID				service procurement								
Regional Development Agency		Personal Trusted Device				Service Provision								
Regional Government		Pervasive Computing				setting up collaborative networks								
SC Node		PKI				setup and management								
schools		POMS design System components and architecture				simulation and representation								
sector-associations		POMS system Database				smart processes								
Senior lecturers		portlet JAVA				Social protocol adaptation								
senior lecturers		product data management				socio-technical design								
senior professionals		Promise-PLM				soft systems methodology								
Senior professionals		Public key infrastructure				stability analysis								
Sensor node		Public key infrastructures				stages of the innovation								
shoe producers		RDF				strategic management								
Sink node		real time information exchange				strategic planning								
small and medium sized companies		RFID				Strategic Planning Process								

small and medium-sized enterprises (SME)		RFX-based procurement tools				strategic procurement								
Smart mobs		RSL (Resource Specification Language)				strategy control								
SMEs		SAP				strategy implementation								
Social business connections		SAS				Strategy management approach								
social interaction		SAWSDL				strategy planning								
software vendor		SC2 system				supplier selection								
SSN Participants		security infrastructures				Supply Chain Management								
Store companies		Security token service				supply chain management								
strategic alliances		Semantic Registry				supply management and demand management								
strategic member		semantic web				supply network design								
strategic partners		Semantic Web Framework				Synchronization of materials								
structural aspect of people system		Service Oriented Architecture				tabu search								
Student		Service Oriented Computing				task coordination								
students		Service Oriented Enterprise				the formation of a VO								
Subcontracted Companies		Service Registry				trade facilitation								
subcontractors		service-oriented architecture				Transformation methodology								
supplier relations		service-oriented business application				value chain processes								

supplier-customer relations		service-oriented computing				Value Commitment Process								
supporting entities		Services Federation				Value creation								
Systematic relationships		simulation software				Value Development Process								
TD members		SIOC				value stream mapping								
Teacher		Skype				VBE Dissolution								
teacher training centres		Smart systems				VBE Foundation								
teaching		snapshots				VBE implementation methodology								
the members of SMT		SOA				VBE initiation/recruiting								
the members of USCO		SOAP				VBE Operation								
Topology classification		social media				VBE planning								
Traders		social software				VE configuration								
trainee		software agent				VE formation								
Trainees		software agents				virtual enterprise evolution								
trainer/teacher		software tool coFinder				virtual enterprise initiation								
trust relationship		software-as-a-service (SaaS)				virtual enterprise network planning								
trusted third party (TTP)		software-intensive systems				virtual enterprise processes								
trusting relations		space management component				virtual organization breeding methodology								

trusting relationships		Squeak system				virtual organization management								
Universities		SSL Encryption				Virtual Organization Management (VOM)								
University		Strategic Information System				virtual team building								
User		supply network design support				Virtual team working								
users		systems for collaboration and coordination				VO creation								
Value chain structure		TeCFlow				Vo setup								
vertical cooperation		Technological baseline												
virtual power producers		technological tools												
		text mining tools												
		ubiquitous computing												
		Ubiquitous innovation systems												
		ubiquitous networking												
		ubiquitous service infrastructure												
		ubiquitous systems												
		ubiquitous systems												
		UDDI												
		UML												
		Unix/Linux operating system												

		URLs												
		VBE Management system												
		VBE-MS												
		VF Forum												
		Virtual Breeding Environment Management System												
		Virtual Care Service Utilities												
		visual artifacts												
		Visual system												
		visualization technologies												
		VMS												
		VOF-tool												
		Web 2.0												
		Web service												
		web service engines												
		Web Service Environment												
		Web Service Environment												
		Web Service Technology												
		Web Service Technology Stack												
		web services												
		web services choreography												
		Web Services technologies												

		web services technology												
		web services-based environment												
		web-based collaborative commerce platform												
		web-based environments												
		Web-based portal												
		web-based tool												
		web-based tools												
		web-based user interfaces												
		Weblog												
		Web-scervice Architecture												
		web-services												
		websites												
		WfEP												
		WfMSP												
		Wikispace												
		wireless access point												
		Wireless Sensor network												
		wireless technologies												
		WorkFlow Management System												
		WS technology												

		WSA (Web Service Architecture)												
		WSDL												
		WS-CDL Language												
		WSCI												
		WS-Coordination												
		WSDL												
		WS-Eventing												
		WS-Federation												
		WS-Notification												
		WS-Policy												
		WS-Security												
		WS-Trust												
		WWW NMB server												
		WWW NMG server												
		WWW PM server												
		XACML												
		XML												
		XML schemas												
		XML structure												

Organizational Forms

Collaborative Networks	CN, CN environment, CNO, collaboration among organizations, collaboration networks, collaboration of companies, collaborations among companies, collaborative business environment, collaborative business network, collaborative business networking environment, collaborative business networks, collaborative context, collaborative enterprise, collaborative enterprise networks, collaborative enterprises, collaborative industrial scenario, collaborative network, collaborative networked organizations, collaborative networks, collaborative networks organisations, Collaborative Organizations, collaborative process, collaborative project, Collaborative Value Network, collaborative value networks, collaborative working environments, cooperation among partners, Cooperation Enterprise Network, cooperation networks, dynamic automotive networks, enterprise collaboration, enterprise networks, industrial networks, Industry-University collaboration inter-organizational collaboration, large-scale collaborations, local trade networks, multinational networks, network of production, network-centric collaboration, Networked Enterprise, networked enterprises, networked environment, networked organisations, networks of geographically distant collaborative entities, networks of organizations, subcontracting/cooperation networks, trade facilitation clusters, virtual environments
Continuous production driven Network	collaborative value networks, coalition of distributed producers, Continuous production driven Network
Supply chain	logistics network, Manufacturing systems, production chain, source networks, supplier networks, supply - chains supply chain, supply chains, Supply Network, Supply networks,value chain
Virtual Government	Virtual government organization, Policy chains, Policy chains, e-Poland, electronic administration, eAdministration, Virtual Government organization, VGO, Public Agencies, E-Government, Virtual Government
Market Opportunity driven Network	DVE, temporary networks, Dynamic collaborative networks, temporary collaborative networks, temporal organisational networks, Market Opportunity driven Network
Virtual Enterprise	Virtual Companies, virtual enterprise, virtual enterprises
Virtual Organization	AVO, DVO, Dynamic Virtual Organizations, RBVO, virtual forms of organization, virtual organisation, virtual organisations, Virtual Organization, VO, VOs
Extended Enterprise	Extended Enterprise, Extended Enterprises
Virtual team	agile virtual teams, cross-fuctional development teams, interdisciplinary teams, network of projects, team collaboration, team work, teams in network organizations, Teams of Senior Professionals, virtual product development teams, Virtual team, Virtual teams, VTs

User's Communities	gaming community, Community Care, dieting community, online communities, online gaming communities, P2P Working Group, user community, virtual communities, Virtual communities, virtual community, Virtual customers communities, Virtual learning communities, Interest VLCs, Social VLCs, social networks, User's Communities
Communities of Practices	business oriented communities, CASP, Collaborative Network for students, Communities of practice, Communities of prosumers, community of active senior professionals, Community of Practice for Electronic Governance, CoPs Educational VLCs, electronic networks of practice, health care community, Networks of expertise, networks of practice, professional community, Professional virtual communities, Professional Virtual Communities, Professional VLCs, Research, Development and Innovation VLCs, Virtual Communities of Practice, virtual coP, virtual power producers, Communities of Practices
Organizational Breeding Evironments	agile manufacturing environment, breeding environment, cluster of enterprises, cluster of SMEs, collaborate in a virtual cluster, collaboration in virtual environments, Collaborative e-business environments, collaborative environments, collaborative networked environment, collaborative networks environments, cooperative work environment, digital factory environments, Dinamic virtual organizations, long-term cooperation agreement, long-term goal relationship, trustable environments, VBE, VBEs, Virtual Breeding Environment, Virtual Breeding Environment Supply Network, Virtual breeding environments, virtual enterprise environment, Virtual organisation Breeding Environment, virtual organisation breeding environments, virtual organization breeding environment, VO breeding enviroment, VO breeding environments, Organizational Breeding Evironments
Industry Cluster	trade cluster, clusters of SMEs, network of firms, SMEs clusters, Industrial networks, Industry Cluster
Industrial District	DAQ-Sibari, District of paper products, footwear district of Riviera del Brenta, industrial district, industrial districts, technological district, technological districts
Business Ecosystem	Business Ecosystem, business ecosystems, Digital business Ecosystem, Digital business Ecosystems, DBE, DBEs
Collaborative Virtual Lab	Industry-University collaborative research projects, Living Lab, living labs, research networks, virtual laboratory, Collaborative Virtual Lab, Virtual Lab
Disaster rescue Net	rescue networks, Disaster rescue Network, rescue net, Disaster rescue Net
Innovation networks	innovation network, innovation networks