

XXIV CONFERENZA ITALIANA DI SCIENZE REGIONALI

LO SCAMBIO DI CONOSCENZA GENERA CRESCITA OVUNQUE? DOMANDE E RISPOSTE DA UN CONFRONTO CROSS-COUNTRY.

Domenico CAMPISI ⁽¹⁾, Maria Assunta BARCHIESI ⁽²⁾, Carlo TESAURO ⁽³⁾

(1)Dipart. di Informatica, Sistemi e Produzione - Università di Roma "Tor Vergata"

Via di Tor Vergata 110, 00133 ROMA.

Phone: (+39) -06-72597357 Fax (+39) -06-72597357 E-mail: campisi@disp.uniroma2.it

(2) Dipart. di Informatica, Sistemi e Produzione - Università di Roma "Tor Vergata"

Via di Tor Vergata 110, 00133 ROMA.

Phone: (+39) -06-72597339 Fax E-mail: barchiesi@disp.uniroma2.it

(3)Unità Operativa D.A.S.T. - SETTORE PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E AMBIENTALE, C.N.R.

Via P. Castellino 111, 80131 NAPOLI.

Phone: (+39) -081-5607317 Fax (+39) -081-5600385 E-mail: tesauro@ipiget.na.cnr.it

SOMMARIO

La conoscenza sta assumendo un ruolo principale tra i fattori di produzione, evolvendo da elemento abilitante a fattore critico di successo nella competizione tra imprese. Il significato di conoscenza utilizzato in questo contributo è quello di innovazione tecnologica (sia di prodotto sia di processo) utile nell'ambito industriale.

Seguendo questo approccio, l'uso di modelli per analizzare sviluppo, scambio e diffusione internazionale della conoscenza necessita di alcuni specifici indicatori ottenuti mediante misurazioni indirette, quali brevetti, investimenti in R&S e productive efficiency relative degree.

L'analisi dei dati sugli investimenti in R&S forniscono informazioni circa la localizzazione delle attività connesse alle invenzioni, rendendo così possibile identificare i poli di generazione della conoscenza, mentre i dati relativi ai livelli di produttività indicano l'abilità di un Paese nell'adozione di nuove invenzioni. Inoltre, i dati sui brevetti internazionali permettono di evidenziare le relazioni che intercorrono tra i luoghi di generazione della conoscenza e le aree in cui il suo "consumo" introduce un aumento della produttività.

L'analisi comparata tra Paesi diversi evidenzia il ruolo primario dell'infrastruttura tecnologica sia per la generazione della conoscenza che per l'adozione delle nuove invenzioni.

Parole chiave

Conoscenza; Tecnologia; Innovazione; Infrastrutture

1. L'ECONOMIA DELLA CONOSCENZA

L'economia della conoscenza presenta caratteristiche peculiari rispetto a tutte le precedenti espressioni economiche, regole e modalità di operare nel business totalmente diverse.

Thomas A. Stewart (2001) definisce i tre pilastri dell'economia della conoscenza nel seguente modo:

- la conoscenza è divenuta ciò che compriamo, vendiamo e facciamo, è il più importante fattore produttivo;
- gli *asset* intangibili sono divenuti più importanti per le imprese degli *asset* fisici;
- per prosperare nell'economia della conoscenza e sfruttare questi nuovi *asset* vitali, è necessario definire un nuovo vocabolario, nuove tecniche manageriali, nuove tecnologie e nuove strategie.

Da questi tre pilastri derivano i nuovi paradigmi economici, con i quali le imprese si confrontano per ottenere posizioni di predominio nella crescente competizione globale.

1.1 LA CONOSCENZA COME CORE COMPETENCE PER LE IMPRESE

Lo spostamento dell'attenzione del mondo imprenditoriale verso i fattori intangibili - in particolare la conoscenza - ha spinto gli studiosi dei fenomeni economici a riconsiderare il ruolo e la natura dei fattori critici di successo per le imprese. Ci si focalizza ormai su una visione dell'impresa a partire dalla conoscenza: *knowledge based view*.

Il fattore conoscenza si differenzia dagli altri sia perché si configura come una sorta di meta-risorsa (in grado di essere la fonte di rinnovo, riconfigurazione e coordinamento degli altri fattori produttivi) sia per la sua natura intangibile.

Senza l'apporto della conoscenza è infatti impossibile per le imprese riuscire ad essere innovative, diversificare il prodotto e rimanere competitive nei mercati a veloce obsolescenza. Inoltre la conoscenza è fondamentale per migliorare i processi produttivi, coordinare le attività della catena del valore sparse nel mondo.

Il predominio degli intangibili tra i fattori produttivi, introduce però problematiche legate alla difficoltà di misurazione, e quindi di gestione, non essendo più validi i tradizionali metodi che si basavano su algoritmi di ottimizzazione. La conoscenza, a differenza degli *asset* fisici non è scarsa e presenta dei ritorni crescenti. Quando è abbondante vale di più ed il suo valore non può essere stabilito attraverso un equilibrio tra domanda ed offerta. La conoscenza si rigenera

e rinnova autonomamente; raramente, infatti, le grandi scoperte avvengono per caso, ma sono frutto di adattamenti e miglioramenti continui.

Altro aspetto rilevante è il legame indissolubile tra conoscenza ed esseri umani. Nessun altro fattore produttivo è così fortemente legato al fattore umano, la mano d'opera, infatti, sotto molti aspetti, potrebbe essere sostituita da automi.

Per arrivare ad individuare i luoghi in cui il fattore conoscenza è “più abbondante” è necessario considerare aspetti particolari ed accezioni del significato della parola conoscenza che ci aiutino ad individuare i confini della sua particolare geografia.

L'accezione di conoscenza, cui si farà riferimento in questo lavoro, è quella di innovazione tecnologica applicabile a livello industriale, quella cioè che in definitiva appartiene alla catena del valore del prodotto, ovvero:

- come elemento qualificante che lo differenzia dagli altri prodotti (innovazione di prodotto), o
- come miglioramento tecnologico che renda la produzione indifferentemente meno costosa, più efficiente e/o efficace (innovazione di processo).

In questo senso, seppur fortemente legata al ruolo della persona fisica dell'inventore, è possibile una formulazione matematica del fenomeno di diffusione internazionale, attraverso lo studio dei brevetti.

I brevetti sono però una misura imperfetta della conoscenza, in quanto sebbene misurino le invenzioni, non riescono a comprendere tutta l'attività innovativa. Infatti molte invenzioni non vengono mai brevettate ed il semplice fatto che un'invenzione sia brevettata non dà un'indicazione del suo valore reale.

In accordo con survey eseguite dall'OECD, in questo lavoro si considererà l'innovazione quale driver principale per la crescita economica. L'innovazione, infatti, influenza la crescita di un paese sia a livello microeconomico sia macroeconomico.

A livello microeconomico l'innovazione, radicale o incrementale, permette alle imprese di essere maggiormente reattive nella sfida competitiva con le altre (anche a livello internazionale) e di soddisfare la domanda di clienti con aspettative sempre più sofisticate (una ricerca su 12 paesi europei ha evidenziato che più del 30% dei ricavi nel settore manifatturiero derivano da prodotti nuovi o migliorati – DTI, 1999).

A livello macroeconomico l'innovazione contribuisce ai tre driver di crescita: capitale, lavoro e MFP (multifactor productivity). L'MFP misura l'output per unità di input combinati, è un indice concepito per misurare l'influenza congiunta sulla crescita economica del cambiamento tecnologico, miglioramenti in efficienza, ritorni di scala, riallocazione di risorse ed altri fattori.

Secondo uno studio dell'OECD i paesi che hanno sperimentato un tasso di crescita accelerato in MFP tra gli anni ottanta e novanta (Australia, Canada, Danimarca, Finlandia, Irlanda, Nuova Zelanda, Norvegia, Svezia e Stati Uniti) tendono ad avere tassi sopra la media di crescita nel numero di brevetti.

Sebbene non sia una misura perfetta dell'innovazione, e quindi anche della conoscenza, l'analisi della distribuzione internazionale dei brevetti può fornire valide indicazioni per esplicitare la relazione tra luogo di creazione della conoscenza e luoghi in cui si concretizzano i benefici derivanti dal suo "consumo".

2. IL MODELLO PER I CENTRI DI GENERAZIONE DI CONOSCENZA

In questo modello l'input principale del processo che porterà all'invenzione è l'investimento in conoscenza. L'investimento in conoscenza è calcolato come somma della spesa in ricerca e sviluppo (R&S) e della spesa in istruzione di livello elevato. Questo calcolo deve essere depurato da eventuali sovrapposizioni tra le due componenti.

Questa definizione di investimento in conoscenza differisce da quella proposta dall'OECD in quanto non considera la spesa in software. La scelta di decurtare tale componente deriva dalla constatazione che la tecnologia informatica da fattore critico si sta ormai trasformando in commodity abilitante, e non sembra influire in maniera determinante al processo creativo.

Per poter confrontare l'investimento in conoscenza tra 23 paesi dell'OECD, si è deciso di considerare tale investimento in rapporto al PIL (Prodotto Interno Lordo) per ciascun paese, in modo da tener conto degli effetti distorsivi della grandezza e della ricchezza di ciascun paese sull'indicatore calcolato.

In questo modello l'investimento in conoscenza (o sforzo in conoscenza) come percentuale del PIL (K) dipende sia dalla spesa in R&S in ciascun paese, sia dal personale dedicato alla R&S, come mostra la (1).

La R&S consta di tre attività principali: ricerca di base, ricerca applicata e sviluppo sperimentale. La ricerca di base riguarda lavori sperimentali o teorici intrapresi principalmente per acquisire nuova conoscenza, senza prevedere particolari applicazioni od usi.

Quando esiste un significativo lasso di tempo per applicare i risultati della ricerca di base, si fa riferimento a ricerca di lungo termine. Sebbene questo comporti una sorta di differenziazione tra causa ed effetto riguardo la generazione di conoscenza ed aumento d'efficienza produttiva, in questo lavoro non verrà tralasciata la quota parte di spesa in R&S di base. Infatti, grazie alla proprietà di autorigenerarsi della conoscenza, investire in ricerca di base consente di creare nuovi spunti di ricerca e nuova capacità innovativa per un paese.

Una misura generalmente usata per i confronti internazionali della spesa in R&S è il GERD (Gross Domestic Expenditure on R&D). Per confrontare correttamente i valori di questo indicatore tra i paesi si è considerata la variabile **X** pari al GERD come percentuale del PIL.

Le risorse umane impegnate in scienza e tecnica (HRST) sono definite secondo il “Manuale di Canberra” (1995) ed includono scienziati ed ingegneri dediti alla ricerca. Il numero di ricercatori e scienziati sul totale della forza lavoro fornisce un'ulteriore informazione sulla capacità innovativa di un paese (**Y**). Date queste premesse lo sforzo in conoscenza può essere così rappresentato:

$$\ln(K_i) = \mathbf{a} \ln(X_i) + \mathbf{b} \ln(Y_i) + \mathbf{e} \quad (1)$$

Dove **K**, **X** ed **Y** sono gli indicatori sopra definiti. L'indice *i* si riferisce a ciascuno dei 23 paesi considerati.

2.1 I DATI ANALIZZATI

I dati per questo modello sono stati reperiti dalle pubblicazioni dell'OECD e sono relativi all'anno 1998.

Nell'applicazione del modello sono stati posti uguali a zero i logaritmi con argomento minore di uno, in quanto non è significativo un valore negativo per l'investimento in conoscenza.

PAESI	GERD COME PERCENTUALE	RICERCATORI PER 10000
	DEL PIL	LAVORATORI
Canada	1.71	58
Stati Uniti	2.60	81 ^A
Australia	1.49	67
Giappone	3.04	96
Corea	2.55	43
Austria	1.80	34 ^B
Belgio	1.83 ^A	54 ^A
Repubblica Ceca	1.27	24
Danimarca	1.92	61 ^A
Finlandia	2.89	94
Francia	2.18	61
Germania	2.31	60
Grecia	0.51 ^A	26 ^A
Ungheria	0.68	29
Irlanda	1.39	51 ^A
Italia	1.02	33 ^A
Olanda	1.95	50
Norvegia	1.66 ^A	77 ^C
Portogallo	0.62 ^A	27 ^A
Spagna	0.9	37
Svezia	3.735 ^C	87.5 ^C
Svizzera	2.73 ^D	55 ^B
Regno Unito	1.83	55

A: 1997 INVECE DEL 1998

B: 1995 INVECE DEL 1998

C: MEDIA TRA I VALORI DEL 1997 E DEL 1999

D: 1996 INVECE DEL 1998

Tab.1: Principali indicatori per l'investimento in conoscenza per l'anno 1998.

Fonte: OECD, 2001

2.2 I RISULTATI

Applicando il modello (1) ai dati disponibili i valori di α , β ed ε sono risultati i seguenti:

$$\alpha = 0,773026$$

$$\beta = 0,094528$$

$$\varepsilon = 0,161802$$

Paesi	Investimento in conoscenza su PIL per l'anno 1998 (fonte OECD, 2001)	Investimento in conoscenza simulato
Canada	3,10	2,61
Stati Uniti	4,50	3,73
Australia	2,70	2,38
Giappone	3,60	4,27
Corea	4,80	3,46
Austria	2,60	2,58
Belgio	2,30	2,73
Repubblica Ceca	2,10	1,91
Danimarca	3,00	2,87
Finlandia	4,00	4,10
Francia	3,00	3,17
Germania	3,00	3,31
Grecia	1,50	1,60
Ungheria	1,50	1,62
Irlanda	2,50	2,20
Italia	1,60	1,66
Olanda	2,70	2,85
Norvegia	2,70	2,62
Portogallo	1,40	1,61
Spagna	1,70	1,65
Svezia	4,60	4,97
Svizzera	3,30	3,73
Regno Unito	2,60	2,74

Tab.2: Risultati del modello per i centri di generazione di conoscenza.

Il modello presenta i seguenti risultati: la Svezia, il Giappone e la Finlandia risultano i paesi a maggiore investimento in conoscenza.

I pesi mostrano che l'investimento in R&S è più rilevante rispetto al numero di scienziati dediti alla ricerca.

3. LE PATENT FAMILIES ALL'EPO, ALL'USPTO ED AL JPO

In genere un'idea viene brevettata nel paese d'origine dell'inventore, nei paesi ad alta efficienza produttiva e/o in paesi con ampio mercato. Questo perché un brevetto protegge, nel paese in cui vige, dalla produzione e dalla commercializzazione di beni o servizi che in modo diretto o indiretto coinvolgono l'innovazione brevettata.

L'analisi delle "patent families" - definite come un insieme di brevetti vigenti in vari paesi per proteggere una singola invenzione (OECD, 2001) - sarà focalizzata in questo lavoro su tre

uffici fondamentali: l'EPO (European Patent Office), l'USPTO (US Patent and Trademark Office) e il JPO (Japanese Patent Office). Questi tre uffici coprono un'area ad elevato reddito ed ad elevata efficienza produttiva.

I dati mostrano che la metà del totale dei brevetti all'EPO (European Patent Office) derivano da paesi dell'Unione Europea, il 29% dagli Stati Uniti ed il 17% dal Giappone. La Germania guida il gruppo dei paesi europei partecipando al 20% del totale delle applicazioni dei brevetti, circa tre volte rispetto alla Francia. C'è una forte convergenza tra aree ad elevata intensità di conoscenza ed aree in cui c'è preoccupazione da parte degli inventori di coprirsi con un brevetto.

I paesi con alta efficienza produttiva possono assorbire più innovazioni, questo significa sostanzialmente due cose: la prima è che gli inventori si premuniranno di brevetto in tali paesi per bloccare la produzione senza licenza, e secondo che i rendimenti crescenti della conoscenza e la sua capacità di rigenerarsi porteranno tali paesi ad essere maggiormente innovativi (effetto *spillover*).

Un singolo brevetto non protegge un'invenzione in tutto il mondo, ma un'invenzione può essere brevettata in più di un paese. Questo però comporta dei costi sostanzialmente di due tipi: il primo è legato alla doverosa pubblicazione delle specifiche dell'invenzione (che diviene così "replicabile" senza licenza in paesi in cui il brevetto non è stato richiesto); il secondo legato alle tariffe. Un inventore richiederà il brevetto solo nei paesi in cui riterrà che la sua invenzione abbia un valore.

L'efficienza produttiva influenza il numero totale di patent families nella "triade" degli uffici considerata in questo lavoro. Un indicatore per l'efficienza produttiva di un paese può essere il PIL per ora lavorata.

Il numero patent families nei tre uffici considerati in rapporto alla popolazione (**N**) si può misurare rispetto al paese d'origine dell'inventore come funzione dell'investimento in conoscenza sul PIL (**K**) elevato al quadrato e dell'efficienza produttiva come PIL per ora di lavoro (**Z**). Date queste premesse:

$$\ln(N_i) = \mathbf{g} \ln(K_i^2) + \mathbf{h} \ln_i(Z_i) + \mathbf{l} \quad (2)$$

3.1 I DATI ANALIZZATI

Non avendo a disposizione i dati per il 1995 del valore dell'investimento in conoscenza sul PIL calcolato dall'OECD, lo si è stimato utilizzando il precedente modello, per cui l'insieme dei dati è divenuto:

Paesi	K	X (fonte : OECD, 2001)	Y (fonte : OECD, 2001)	ln(k)
Canada	2,656472	1,74	60	0,976998996
Stati Uniti	3,585767	2,5	74	1,276972454
Australia	2,472156	1,57	65	0,905090839
Giappone	3,923958	2,77	83	1,367100866
Corea	3,442007	2,5	48	1,23605472
Austria	2,313808	1,56	34	0,838894749
Belgio	2,630146	1,74	54	0,967039487
Repubblica Ceca	1,593424	1,01	23	0,465885079
Danimarca	2,760322	1,84	57	1,015347403
Finlandia	3,319302	2,29	67	1,199754508
Francia	3,307014	2,31	60	1,196045547
Germania	3,246381	2,26	59	1,177540897
Grecia	1,581214	0,49	23	0,458193213
Ungheria	1,599646	0,73	26	0,469782553
Irlanda	2,089124	1,34	40	0,73674482
Italia	1,636106	1	33	0,492319047
Olanda	2,873874	1,99	46	1,055661025
Norvegia	2,670039	1,71	73	0,982093052
Portogallo	1,587589	0,57	24	0,462216284
Spagna	1,621432	0,81	30	0,483309576
Svezia	4,62717	3,46	77	1,531945402
Svizzera	3,73205	2,73	55	1,316957718
Regno Unito	2,890763	1,98	51	1,061520468

Tab.3: Risultati del modello per i centri di generazione di conoscenza per l'anno 1995.

I dati della produttività considerata come PIL su ora lavorata per l'anno 1995 sono stati desunti dall'OECD (2002). Purtroppo l'analisi si è ristretta a soli 19 paesi a causa della mancanza di dati sull'efficienza.

Nell'applicazione del modello sono stati posti uguale a zero tutti i logaritmi con argomento minore di uno, in quando non hanno significato indicatori negativi di patent families.

3.2 I RISULTATI

Il modello (2) ha prodotto i seguenti risultati:

$$\gamma = 1,447354656$$

$$\eta = 1,501882$$

$$\lambda = -6,56576$$

Paesi	Numero di patent nel “triadic” patent families per milione di popolazione	Numero di patent nel “triadic” patent families per milione di popolazione simulato
Canada	11,75	19,82225093
Stati Uniti	42,43	57,23306284
Australia	8,21	12,40895167
Giappone	68,5	46,31050199
Corea	6,94	8,755723789
Belgio	31,45	26,55969066
Repubblica Ceca	0,26	1,278991784
Danimarca	30,67	24,06625451
Finlandia	49,63	32,12328025
Francia	29,88	45,9620524
Germania	52,25	38,48673549
Irlanda	5,43	9,386246335
Italia	9,72	6,62847436
Olanda	46,53	40,15668286
Norvegia	18,18	26,22776791
Spagna	2,2	1,292344977
Svezia	73,56	92,14339712
Svizzera	98,38	55,76987864
Regno Unito	22,23	19,91346678

Tab.4: Risultati del modello sulla diffusione dei brevetti.

I valori ottenuti mostrano che l’efficienza produttiva e intensità di conoscenza al quadrato presentano un peso simile nella determinazione del numero delle patent families. Il fattore correttivo è negativo.

4. CONCLUSIONI

La conoscenza e gli intangibili sono ormai le risorse critiche nella competizione tra imprese. Considerando la conoscenza come innovazione tecnologica (di prodotto o di processo) applicabile a livello industriale, si può analizzare il commercio della conoscenza a livello internazionale attraverso la diffusione dei brevetti. L’invenzione finale ha in input uno sforzo

di conoscenza o un investimento in conoscenza che è funzione dell'investimento in R&S e del numero di ricercatori in ciascun paese.

Si è specificato e calibrato (grazie ad un campione di 23 paesi dell'OECD) un modello matematico per la stima dell'investimento in conoscenza.

Si è ipotizzata e verificata la dipendenza dall'efficienza produttiva (misurata come PIL per ora lavorata) del numero di brevetti richiesti per la stessa invenzione nell'area dell'Unione Europea, Stati Uniti e Giappone (aree ad elevato reddito ed elevata produttività, e quindi particolarmente attraenti per gli inventori).

Infine si è specificato un modello per il numero delle patent families in tale area che considera la dipendenza dall'investimento in conoscenza al quadrato e dall'efficienza produttiva. I risultati mostrano che il livello d'efficienza influisce in maniera positiva sul numero di invenzioni brevettate, e quindi contribuisce al commercio internazionale della conoscenza.

Riferimenti bibliografici

- Acs Z. J., Anselin L., Varga A., *Patents and Innovation Counts as a Measures of Regional Production of New Knowledge* – Reserch Policy – 2002
- Arundel A., Kabla I., *What Percentage of Innovations are Patented? Empirical Estimates for European Firms* – Research Policy – 1997
- Autant-Bernard C., *Science and Knowledge Flows : evidence from the France case* – Reserch Policy – 2001
- Campisi D., Gastaldi M., Levialdi N., *R&D Investiments and Knowledge Stock Formation: a Cross-Country Study of Innovation and Growth* - 2001
- Cefis E., Orsenigo L., *The Persistence of Innovative Activities. A Cross-country and Cross-Sector Comparative Analysis* – Reserch Policy – 2001
- Eaton B., Kortum S., *Trade in Ideas. Patenting and Productivity in the OECD* – Journal of International Economics – 1996
- Ernst H., *Patetent Applications and Subsequent Changes of Performance: evidence from time-series cross-section Analyses on the Firm Level* – Reserch Policy – 1999
- OECD and Eurostat, *Manual on the Measurament of Human Resources Devoted to S&T* – Canberra Manual, 1995.
- OECD Special Edition, *Science, Technology and Industry Outlook*, 2001
- OECD, *Science, Technology and Industry Scoreboard*, 2001
- OECD, *Science, Technology and Industry Outlook*, 2002
- Porter M. , Stern S., *Innovation: Location Matters*, MIT Sloan Management Review – 2001
- Rozhkov S., Ivantcheva L., *Scientometrical Indicators of National Science & Technology Policy based on Patent Statistic Data* – World Patetent Information – 1998
- Stewart T. A., *The Wealth of Knowledge*, Doubleday - 2001
- Zitt M., Barré R., Sigonneau A., Laville F., *Teritorial Concentration and Evolution of Science and Technology Activities in the European Union: a Descriptive Analysis* – Reserch Policy – 1999

ABSTRACT

The knowledge is assuming a leading role between production factors, changing from enabling element to success critical factor in enterprises competition. The meaning of knowledge used in this paper is that of technological innovation (both of product and of process) useful in the industrial environment.

Following this approach, the usage of models to analyse knowledge development, exchange and international diffusion needs some specific indicators obtained by indirect measures, such as patents, R&D investments and productive efficiency relative degree.

The analysis of data about R&D investments supply information about the location of activities related to inventions, so enabling to identify the poles of knowledge creation, while data about productivity levels indicate the country's ability to adopt new inventions. Moreover, data about international patents enable to underline the existing relationships between knowledge creation location and the areas where its "consumption" introduce a productivity growth.

The compared analysis between different countries enhanced the primary role of technological infrastructure both for knowledge creation and for new inventions adoption.

Keywords

Knowledge
Technology
Innovation
Infrastructures