



Via Po, 53 – 10124 Torino (Italy)  
Tel. (+39) 011 6704917 - Fax (+39) 011 6703895  
URL: <http://www.de.unito.it>

## WORKING PAPER SERIES

**L'ECONOMIA DELLA CONOSCENZA**

Aldo Geuna

Dipartimento di Economia "S. Cagnetti de Martiis"

LEI & BRICK - Laboratorio di economia dell'innovazione "Franco Momigliano"  
Bureau of Research in Innovation, Complexity and Knowledge, Collegio Carlo Alberto

Working paper No. 5/2010



Università di Torino

## 10. L'economia della conoscenza<sup>1</sup>

[Capitolo tratto dal volume Valli V., Geuna A., Burlando R. "Politica economica e macroeconomia: una nuova prospettiva", in corso di stampa Carocci, Roma]

### 10.1 Premessa

La diffusione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, biotecnologie e nanotecnologie, ed il cambiamento strutturale, caratterizzato dalla sempre più importante quota dei servizi nel prodotto interno lordo dei paesi ad economia più avanzata, hanno fatto sì che la produzione e la distribuzione di conoscenze vengano considerate un fenomeno economico di grande importanza.

Negli ultimi venti-trenta anni, l'analisi economica ha riconosciuto una rilevanza sempre maggiore ai processi di creazione di nuove conoscenze/saperi come motori della crescita economica, dello sviluppo e, più in generale, del cambiamento socio-economico. Come analizzato nel Capitolo 8, si è passati da una visione del cambiamento tecnologico come un residuo nella funzione di produzione, ai più recenti modelli di crescita endogena e neo-schumpeteriani che vedono il capitale umano, e lo stato delle conoscenze, come fattori endogeni fondamentali per spiegare la crescita economica e lo sviluppo. Si è passati da una rappresentazione del progresso tecnico come indipendente dal funzionamento del sistema economico, *esogeno* al sistema economico analizzato, -la 'manna dal cielo'- ad un progresso tecnico dipendente dagli sforzi economici delle imprese e dello Stato e pertanto *endogeno* al sistema; un progresso, cioè, che deriva da cause interne al funzionamento del sistema economico.

Paralleli all'analisi aggregata, ed in gran parte anticipatori della stessa, sono stati sviluppati tutta una serie di studi applicati e teorici sui processi d'innovazione, sia a livello d'impresa, sia di settore industriale. L'analisi microeconomica, principalmente di stampo eterodosso e sistemico, ma anche di tipo ortodosso, negli anni più recenti, ha studiato i nessi fra scienza, invenzione, innovazione e tecnologia includendo nell'analisi non soltanto le imprese ma anche diverse organizzazioni produttrici ed utilizzatrici di conoscenza: i centri privati di ricerca e le università, per esempio, e le istituzioni finanziarie che offrono il capitale di rischio per lo sviluppo

---

<sup>1</sup> Il presente capitolo ha beneficiato dei commenti e suggerimenti ricevuti da Cristiano Antonelli e Alessandra Scandura.

dell'innovazione (dai business angels alle banche di investimento). Dato l'alto livello di imperfezione nel mercato per la produzione e distribuzione di conoscenze è stato fatto un importante sforzo di analisi delle politiche pubbliche a livello regionale, nazionale ed internazionale (Commissione Europea).

Sulla base del contributo originale di Joseph Schumpeter (1934, 1942) e di alcuni lavori fondamentali alla fine degli anni cinquanta (Griliches, 1957; Nelson, 1959; Arrow, 1962) sessanta e settanta (Freeman, 1974; David, 1975) ed ottanta (Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1982; Stoneman, 1983), gli anni novanta e primi anni 2000 hanno visto lo sviluppo di un ampio numero di studi e la conseguente costituzione della disciplina dell'economia della conoscenza come uno fra i più importanti filoni di ricerca economica.

Dato il focus di questo manuale sulla politica economica, questo capitolo non cerca di presentare un sommario esaustivo dell'economia della conoscenza, ma si pone come obiettivo quello di presentarne unicamente gli elementi fondamentali (Paragrafi 10.2 e 10.6); nel Capitolo 14 verranno discusse le caratteristiche principali delle politiche della conoscenza ed introdotti alcuni strumenti di implementazione.

## 10.2

### **Cambiamento tecnologico, innovazione, conoscenza**

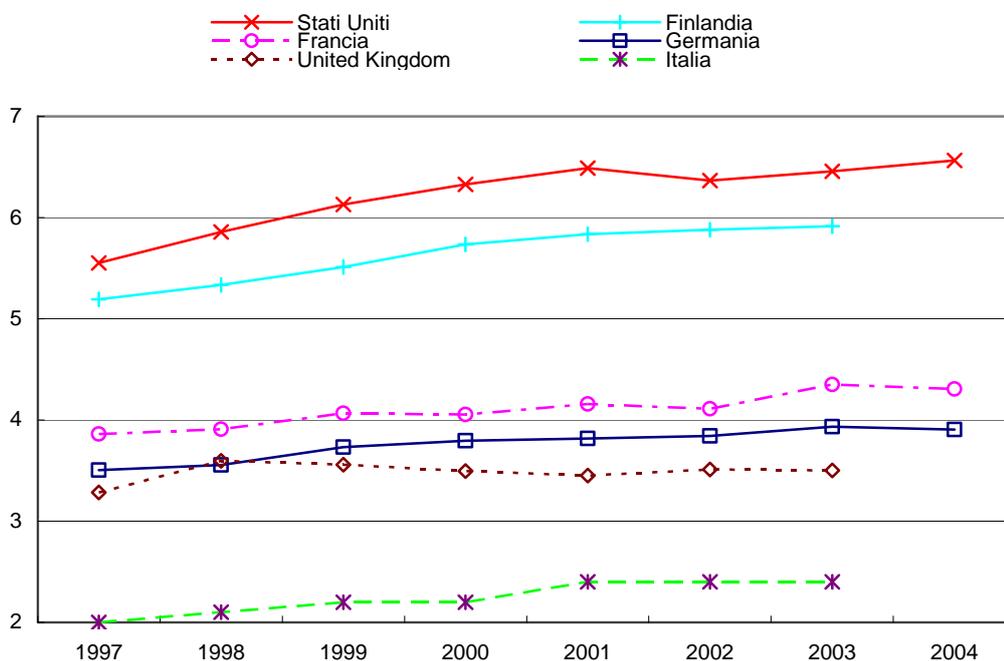
Esiste la disciplina dell'economia della conoscenza? Se sì, di cosa si occupa? Una risposta positiva alla prima domanda è tutt'altro che scontata. Se per esempio si considera la principale classificazione delle discipline economiche, quella del *Journal of Economic Literature*, utilizzata in tutti gli articoli scientifici, non esiste una classe economia della conoscenza, ma gli studi sull'economia della conoscenza potrebbero essere classificati in una o più classi e sotto-classi.<sup>2</sup> Esiste una macro classe che, chiaramente, identifica gli studi sul cambiamento tecnologico e sull'innovazione e si hanno, inoltre, una serie di sotto classi che includono aspetti specifici come lo studio della ricerca all'interno delle istituzioni universitarie. Cambiamento tecnologico ed innovazione sono aree di ricerca economica che studiano come la produzione e diffusione di nuove conoscenze influenzino le altre principali variabili economiche. L'analisi del cambiamento tecnologico ha un carattere più macroeconomico, analizza l'impatto della diffusione di nuova conoscenza (nuove tecnologie) sulla crescita economica di un paese, mentre l'economia dell'innovazione analizza la creazione e l'introduzione di nuova conoscenza (invenzioni, innovazioni, nuovi prodotti) nei processi produttivi e come essa influenzi la produttività delle imprese. Un tentativo di definire l'economia della conoscenza richiede uno sforzo concettuale di delimitazione della disciplina non trascurabile. L'economia della conoscenza è più di una nuova

---

<sup>2</sup> Per esempio le seguenti classi: O3 (Technological Change; Research and Development), L16 (Industrial Organization and Macroeconomics: Industrial Structure and Structural Change; Industrial Price Indices), I23 (Higher Education Research Institutions) e D83 (Search; Learning; Information and Knowledge; Communication; Belief). Si veda [http://www.aeaweb.org/journal/jel\\_class\\_system.php](http://www.aeaweb.org/journal/jel_class_system.php), ultimo accesso Gennaio 2010.

etichetta per l'economia del cambiamento tecnologico e dell'innovazione. L'economia della conoscenza si è venuta a sovrapporre a preesistenti discipline economiche, facendo propri alcuni dei temi di ricerca già trattati in altre aree, espandendoli e reinterpretandoli sotto la nuova lente di un'accresciuta importanza della conoscenza come fattore di produzione economica. La fine del ventesimo secolo ha visto una trasformazione strutturale dei sistemi di produzione, non soltanto con la creazione di nuove industrie (biotecnologie, nanotecnologie) ma anche, e soprattutto, con un impatto trasversale delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione che ha cambiato i sistemi di produzione di molte altre industrie.<sup>3</sup> I recenti cambiamenti ripropongono la centralità dei processi di produzione ed utilizzazione della conoscenza, centralità che i classici Smith e Marx ben avevano colto e analizzato. La conoscenza però è sempre più *non incorporata*, cioè separata dai macchinari, rispetto al modello classico che vedeva la conoscenza *incorporata* nello stock di capitale e quindi non scambiabile come un bene separato. L'importanza degli *input intangibili* -rispetto al capitale fisico e al lavoro- nella produzione di beni e servizi è cresciuta fortemente; ricerca e sviluppo, capitale umano, consulenze, proprietà intellettuale, ecc. sono diventati fattori sempre più rilevanti per spiegare la performance di imprese e nazioni soprattutto nei paesi più avanzati. La componente intangibile ha ancora un ruolo secondario nei paesi catching-up ed in via di sviluppo.

FIGURA 10.1: Investimenti in conoscenza, come percentuale del PIL



Fonte: Elaborazione dati OCSE, 2009

<sup>3</sup> Questo tipo di tecnologie è stato definito General Purpose Technology (Bresnahan e Trajtenberg, 1995) per enfatizzare l'idea che sono tecnologie di tipo generico applicabili a tutta una serie di prodotti e pertanto un cambiamento rilevante in tali tecnologie produce degli effetti su tutta una serie di settori industriali.

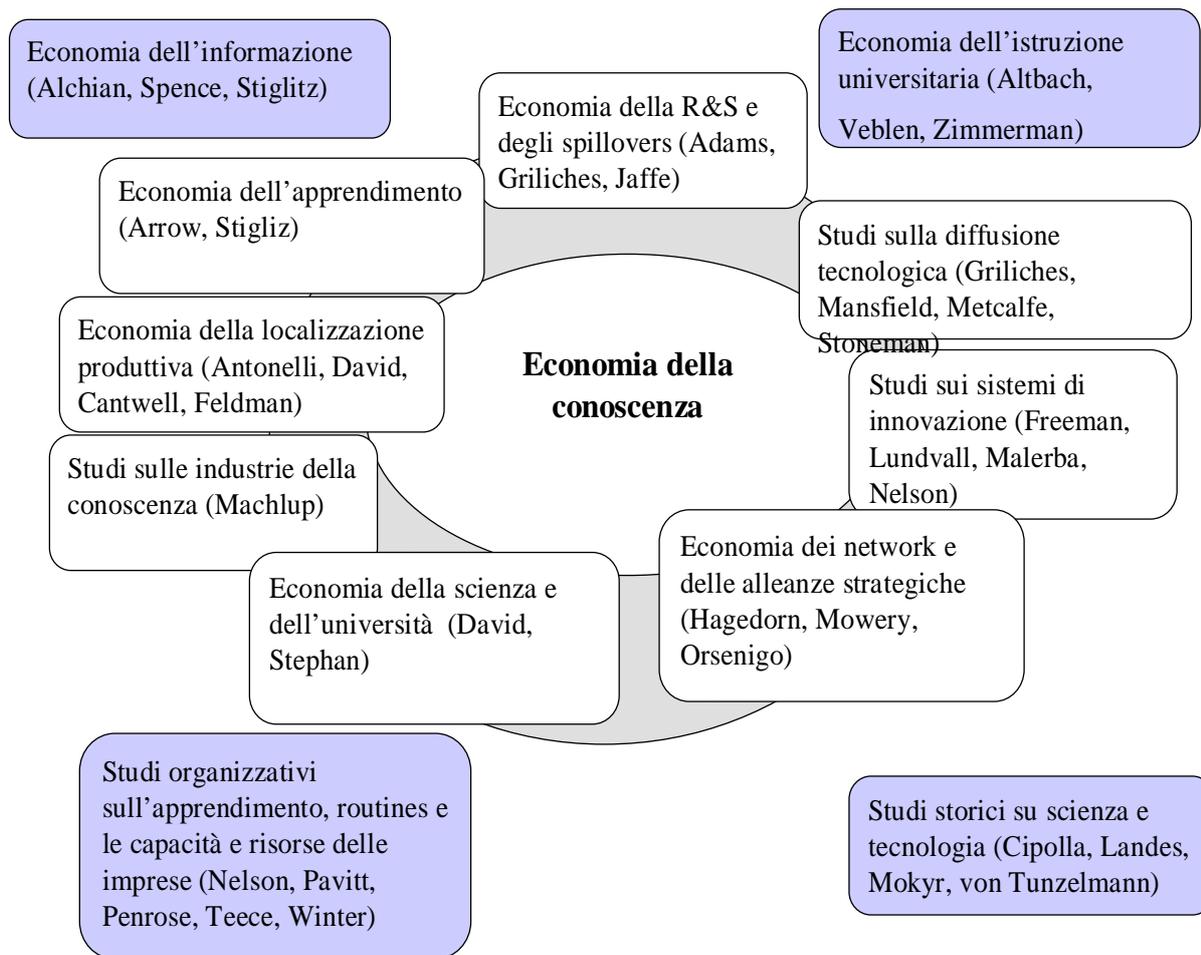
L'OCSE produce un indicatore di sintesi dell'investimento in capitale intangibile (investimento in conoscenza) dato dalla somma (che è stata corretta per tener conto delle sovrapposizioni) delle spese in R&S, istruzione universitaria e software. La Figura 10.1 presenta l'evoluzione degli investimenti in conoscenza in termini di quota del PIL dal 1997 al 2004. Tutti i paesi considerati mostrano una crescita degli investimenti (in conoscenza) con il valore più alto per gli Stati Uniti, pari al 6.5% e il più basso per l'Italia al 2.4%. È importante qui sottolineare che se da un lato è possibile valutare l'investimento in capitale intangibile (conoscenza non incorporata) come per esempio nel caso del software, tale investimento non accompagnato da un investimento in capitale tangibile (hardware) risulterebbe improduttivo.

Vari altri tentativi di misurazione del capitale intangibile sono stati fatti includendo od escludendo certe categorie a seconda del focus o meno sulle imprese. In un recente lavoro Corrado, Hulten e Sichel (2005) stimano il capitale intangibile delle imprese come dato dalla somma delle spese in (1) informazione computerizzata – software ed altri investimenti in banche dati, (2) proprietà di capitale innovativo – spese in R&S ma anche altre spese per innovazione e (3) competenze economiche – valore del marchio, competenze organizzative e capitale umano. La quota di PIL USA ascrivibile al capitale intangibile così definito è cresciuta dal 10,4% nel 1988-1990 al 13,1% nel 1998-2000, la stima è pertanto più alta di quella fatta dell'OCSE.

I mercati dei beni intangibili sono per definizione caratterizzati da informazione imperfetta, azzardo morale, incertezza, rischio, ecc.; sono dei mercati imperfetti in cui i prezzi non sono sufficienti. Le tematiche normalmente analizzate dall'economia dell'informazione sono pertanto anche parte integrante dell'analisi dell'economia della conoscenza. È importante enfatizzare subito (verrà poi trattato più dettagliatamente nel seguito) che i concetti di conoscenza ed informazione non sono sostitutivi, al limite il primo è inclusivo del secondo, o alternativamente, l'informazione è un tipo particolare di conoscenza: la conoscenza codificata.

Come mostra la FIGURA 10.2, una definizione ampia di economia della produzione e distribuzione della conoscenza includerebbe pertanto: (a) l'economia della ricerca e sviluppo (R&S) e degli spillover, (b) gli studi sulla diffusione tecnologica, (c) l'economia dell'apprendimento e (d) l'economia della localizzazione produttiva, le quattro aree costitutive dell'economia del cambiamento tecnologico e dell'innovazione. Verrebbero, inoltre, inclusi: (e) gli studi sulle industrie della conoscenza, (f) l'economia della scienza e dell'università, (g) gli studi sui sistemi di innovazione ed infine (h) l'economia dei network e delle alleanze strategiche. L'economia dei processi di produzione e distribuzione della conoscenza si relaziona inoltre con l'economia dell'informazione, l'economia dell'istruzione universitaria, studi storici di scienza e tecnologia e gli studi organizzativi sulla teoria dell'impresa come bandolo di risorse con comportamento basato sulle routines.

FIGURA 10.2



Una definizione più ristretta dell'economia della conoscenza, come quella proposta da Foray (2004), include solo l'analisi della produzione e della distribuzione della conoscenza come bene economico con particolari caratteristiche che lo differenziano da altri beni. Tale definizione differenzia pertanto la sotto disciplina dell'economia della conoscenza dall'economia dell'innovazione, da quella del cambiamento tecnologico e da quella dell'informazione. Tale definizione ed altre similmente restrittive, che associano l'economia della conoscenza principalmente all'analisi della produzione scientifica (economia della scienza), sono in qualche misura problematiche in quanto impongono una focalizzazione limitata a cosa sia da includere nell'ambito di ricerca dell'economia della conoscenza. La definizione più ampia qui proposta considera i diversi concetti di innovazione, tecnologia, scienza, invenzione, ecc. come diverse specificazioni dello stesso concetto di conoscenza cioè di creazione intenzionale o meno di un quantum di novità cognitiva. La creazione e la distribuzione di conoscenza possono avvenire con diverse finalità e possono essere fatte all'interno di università, imprese od altre organizzazioni. Può, infine, risultare (ma non sempre) in un'invenzione con finalità pratiche che pertanto può, successivamente, essere trasformata in un'innovazione di processo o di prodotto. Tale creazione di nuove tecnologie e di prodotti radicalmente innovativi sarà la ragione

prima del cambiamento strutturale e dell'associata crescita e sviluppo economico. Riassumendo, definiamo l'economia della conoscenza come la disciplina che si occupa dello studio dei processi di produzione e distribuzione di conoscenze e del loro impatto sui sistemi economici a livello sia microeconomico che macroeconomico. Essa include sottodiscipline come l'economia della ricerca, l'economia della scienza, l'economia dell'innovazione, l'economia del cambiamento tecnologico, e si sovrappone, in qualche misura, a discipline come l'economia dell'informazione, l'economia dell'istruzione universitaria, gli studi storici ed istituzionali della scienza e tecnologia ed il management ed organizzazione della conoscenza. L'economia dell'istruzione ricopre un ruolo particolare. Da un lato, l'investimento in istruzione (e specialmente in istruzione terziaria) sicuramente rientra negli investimenti intangibili che una nazione fa e pertanto connota l'economia dell'istruzione come una delle componenti centrali dell'economia della conoscenza. Dall'altro lato, questa disciplina si è occupata in maniera predominante d'istruzione primaria e secondaria dedicando un'attenzione minore all'istruzione universitaria, focalizzandosi principalmente sugli aspetti finanziari (chi paga per cosa) e sui ritorni economici dell'investimento in istruzione universitaria. L'analisi dell'interazione fra la ricerca universitaria e l'istruzione universitaria e dell'impatto sulla crescita e sullo sviluppo economico fino ad oggi sono stati trascurati. Infine, specialmente per quanto riguarda lo sviluppo tecnologico dei settori tradizionali, ma anche per l'upgrading tecnologico, andrebbe riconosciuta l'importanza della formazione sul lavoro (si veda anche l'idea della corporate university), dell'istruzione professionale e del life-long learning.

Nel resto del capitolo ci si concentrerà solo su alcuni aspetti caratterizzanti dell'economia della conoscenza con particolare attenzione alla ricerca e sviluppo ed al cambiamento tecnologico.

### 10.3

#### **Ricerca e sviluppo ed innovazione: il modello lineare**

L'approccio tradizionale all'analisi della produzione di conoscenza assimila quest'ultima alla generazione di nuova informazione, cioè alla produzione di codici composti da dati ed istruzioni per la loro utilizzazione. La conoscenza coincide con l'informazione. L'informazione è un bene economico chiaramente identificato che potrebbe essere scambiato sul mercato se non fosse per le sue particolari caratteristiche di *bene pubblico* (Nelson 1959, Arrow 1962). In tali modelli la conoscenza è pertanto un bene *non rivale* e *non escludibile* al consumo. Un bene non rivale è un bene che può essere consumato da più consumatori senza causare una diminuzione di utilità data dal rispettivo consumo. Una volta che la conoscenza è stata prodotta, il fatto che uno o più consumatori ne beneficino non inficia il valore che il primo consumatore ne ha tratto dal suo consumo. Altri beni così caratterizzati sono per esempio i musei o i ponti. Questi ultimi sono però non rivali solo fino ad un certo numero di utilizzatori oltre il quale si parla di congestione e pertanto di rivalità

nell'uso. Il consumo di conoscenza non è soggetto ai problemi di congestione. La conoscenza è, inoltre, un bene per il quale è molto difficile (costoso) escludere l'accesso, mentre un consumatore può facilmente limitare l'accesso ad un bene normale da parte di altri consumatori. Ad esempio, si può mettere un oggetto in cassaforte mentre è molto difficile mettere la conoscenza in una cassaforte. Altri beni sono caratterizzabili come beni pubblici, pensate per esempio ai servizi di polizia. La presenza di un poliziotto in un quartiere produce un servizio: la sicurezza, di cui beneficiano tutti i cittadini in quella zona (non rivale), inoltre la sicurezza prodotta non può essere circoscritta ad un unico palazzo, ma tende ad avere un impatto anche sulle zone limitrofe. Come mostra chiaramente l'esempio, i beni pubblici perfetti non esistono, si dice quindi che alcuni beni sono caratterizzati da un certo livello di non escludibilità e non rivalità nel loro consumo.

La conoscenza ha inoltre caratteristiche specifiche che la differenziano dagli altri beni pubblici. Di particolare importanza è il fatto che sia *espandibile*, è possibile, cioè, fare molteplici trasferimenti di conoscenza senza che se ne perda il valore. Il consumatore A può trasferire informazione al consumatore B che a sua volta la trasferisce al consumatore C e così via senza che l'ultimo consumatore soffra una perdita d'utilità dal consumo finale della conoscenza. Inoltre, i vari consumatori possono essere localizzati in diversi luoghi, ma attraverso la trasmissione elettronica dell'informazione possono ugualmente beneficiare della nuova conoscenza. L'utilità di un poliziotto di quartiere è percepita dagli abitanti di quella specifica zona non da tutti gli abitanti della città.

La conoscenza, una volta creata, ha un costo marginale di riproduzione nullo o quasi nullo. Il costo di produzione è molto alto, mentre il costo di riproduzione tende ad essere molto basso. Le caratteristiche della conoscenza fanno pertanto sì che chi la produce non riesca ad appropriarsi pienamente dei benefici della sua produzione. Siamo in altre parole alla presenza di "*spillover*" di conoscenza dal produttore (impresa A) ad altre imprese nel settore industriale di A (*spillover* intra-settoriali) od ad altre imprese di altri settori (*spillover* extra-settoriali). In altre parole, la produzione di nuova conoscenza/informazione da parte dell'impresa A produce delle economie esterne positive per la produzione di conoscenza di altre imprese. Le altre imprese beneficiano per il loro processo di produzione di parte (si veda, ad esempio, la discussione nel seguito su segretezza e brevetti) della nuova conoscenza prodotta da A a costo nullo o quasi nullo. Si parla pertanto di problema di *appropriabilità* quando l'impresa che investe in produzione di nuova conoscenza non riesce ad appropriarsi di tutti i benefici della sua produzione.

L'appropriatezza dell'investimento in produzione di nuova conoscenza dipende dal tipo di ricerca che viene fatta dalle imprese. La ricerca e sviluppo (R&S) realizzata dalle imprese è solitamente classificata in tre tipologie: ricerca di base, ricerca applicata e sviluppo. La ricerca di base (o fondamentale) consiste nell'investigazione teorica e pratica di fenomeni naturali senza una chiara finalizzazione all'applicazione o all'utilizzazione della nuova conoscenza generata da tale investigazione. La ricerca applicata ha come obiettivo quello di produrre nuove conoscenze che siano però

chiaramente finalizzate ad una data applicazione o utilizzo. Infine, lo sviluppo sperimentale si occupa di trasformare la conoscenza di base ed applicata in prodotti o processi nuovi o significativamente migliori di quelli esistenti, passando solitamente attraverso una fase di creazione di prototipi di quello che sarà poi il prodotto/processo finale (sia beni sia servizi). L'appropriabilità dell'investimento aumenta spostandosi dalla ricerca di base allo sviluppo. La ricerca di base per le sue caratteristiche di non diretta applicabilità può essere utilizzata in più progetti applicati e pertanto per tutta una variegata serie di possibili nuovi sviluppi; come tale è caratterizzata da importanti spillover; in altre parole la ricerca di base fatta da un'impresa (la comprensione della struttura molecolare di un nuovo materiale) può contribuire alla produzione di nuovi prodotti di più imprese.

Consideriamo adesso il caso di un'impresa A che voglia decidere se fare un investimento  $I$  in produzione di nuova conoscenza al fine di creare un nuovo prodotto (o processo) più competitivo. Il *modello lineare d'innovazione* descrive in maniera semplificata il processo innovativo delle imprese come una serie continua di passaggi dall'investimento nella ricerca di base, alla distribuzione del nuovo prodotto sul mercato. Nei modelli più semplici, anzi, si passa quasi magicamente dall'investimento in R&S ai nuovi prodotti. I modelli di stampo neo-schumpeteriano (le principali caratteristiche sono discusse nel Paragrafo seguente) enfatizzano l'importanza di riconoscere l'esistenza di almeno tre fasi principali che producono tre output differenti: *invenzione*, *innovazione*, *nuovi prodotti/processi*. La prima fase è quella dell'attività di ricerca che dà origine a nuove conoscenze cioè alla scoperta di un quantum di novità cognitiva teorica e/o pratica: l'invenzione. Da un'invenzione possono scaturire una o più innovazioni oppure nessuna in funzione della capacità tecnologica dell'impresa di sfruttare l'invenzione all'interno delle possibilità produttive dell'impresa stessa. Non tutte le invenzioni diventano innovazioni. Da un'invenzione possono scaturire una o più innovazioni. Le innovazioni costituiscono un quantum di conoscenza con un uso chiaramente identificato che può essere trasformato in un prodotto/processo realizzabile. I brevetti (di cui discuteremo nel seguito) sono un indicatore (in alcuni settori industriali) dell'output inventivo di un'impresa, non dell'output innovativo. La creazione di un prototipo (prototipazione), cioè la realizzazione di una prima versione del nuovo bene per testarne le caratteristiche e funzionalità prima della produzione, che avviene durante la fase dello sviluppo, può essere considerato l'indicatore dell'output innovativo di un'impresa. I costi del progetto aumentano in maniera importante durante la fase di prototipazione. Dopo aver raggiunto un risultato tecnologico, si passa alla fase di "scaling-up", cioè alla produzione del nuovo bene per il mercato, si parla quindi di nuovi prodotti che arrivano sul mercato (solitamente con una produzione di larga scala) o di nuovi processi che possono essere sia prodotti su larga scala (nuovi macchinari) sia prodotti in un numero molto ridotto (grandi impianti di produzione che rispondono a determinate specifiche degli utilizzatori).<sup>4</sup> Non tutte le innovazioni

---

<sup>4</sup> Per innovazione di prodotto s'intende solitamente l'introduzione sul mercato di un prodotto sostanzialmente migliorato in termini qualitativi o l'introduzione di un nuovo prodotto. Con innovazione di

diventano nuovi prodotti/processi. È, infine, importante ricordare che solo alcuni nuovi prodotti/processi sono di successo e si diffondono sul mercato realizzando dei ritorni economici sufficienti a rendere l'innovazione profittevole.

Come fa l'impresa A a valutare se le conviene effettuare un investimento  $I$  in R&S? Valuta se i ritorni (i benefici) di tale investimento superano i suoi costi tenendo conto del rischio intrinseco nell'investimento. Se il tasso di rendimento atteso dall'investimento in produzione di nuova conoscenza dell'impresa A risulta inferiore al tasso di ritorno minimo fissato dall'impresa stessa per fare quell'investimento, allora essa non investe nella creazione di nuova conoscenza/informazione. Se invece l'investimento dell'impresa A producesse anche un ritorno sociale attraverso gli spillover, allora il tasso di ritorno sociale totale - dato dalla somma di quello privato e quello dovuto agli spillover - sarebbe maggiore del tasso di ritorno minimo per l'investimento. In questo caso, a livello di benessere sociale converrebbe fare l'investimento. Questa è una tipica situazione di fallimento del mercato in cui l'attore privato che massimizza il proprio ritorno non fa un investimento che si sarebbe dovuto fare a livello di ritorni sociali. Nel Capitolo 14 sarà discusso l'intervento del governo (lo sviluppo di politiche scientifico-tecnologiche e politiche per l'innovative) come una possibile risposta al problema dell'appropriabilità; qui è importante sottolineare come l'intervento del governo attraverso il finanziamento pubblico alla R&S delle imprese cerchi di ridurre i costi dell'investimento in produzione di nuova conoscenza in modo tale che le imprese investano anche in quei progetti che possono non avere un ritorno privato sufficientemente alto, ma che hanno però un ritorno sociale elevato. L'intervento di finanziamento pubblico alla ricerca privata può essere complementare all'investimento privato, come nel caso sopra descritto, oppure può avere un effetto di sostituzione, cioè le imprese investono meno di quanto avrebbero investito in R&S in quanto sostituiscono al proprio investimento il finanziamento pubblico. In tale situazione si avrebbe un investimento in R&S inferiore all'ottimo sociale. Diverse ricerche empiriche sono state effettuate a livello di impresa, settore industriale e nazione per valutare l'esistenza di effetti di complementarità / sostituzione (crowding-in / crowding-out) dell'investimento pubblico a supporto della R&S con risultati contraddittori. Lo studio di David et al. (2000) presenta una discussione critica degli studi econometrici realizzati negli ultimi cinquanta anni soprattutto su dati USA. Un terzo dei casi da loro analizzati riporta un effetto di sostituzione fra il finanziamento della ricerca pubblica e l'investimento in R&S delle imprese. L'effetto sostituzione viene identificato principalmente a livello di impresa: solo due dei 14 studi a livello di industria o paese offrono un supporto per il crowding-out. L'evidenza empirica discussa nel lavoro di David et al. (2000) e

---

processo si intende l'introduzione sul mercato di un nuovo processo di produzione che può realizzare sia prodotti preesistenti in maniera più efficiente sia nuovi prodotti. Pertanto l'innovazione di processo può essere associata ad un'innovazione di prodotto oppure no.

risultati di studi più recenti di diversi paesi<sup>5</sup> sembrano pertanto indicare la prevalenza di un effetto di complementarità, soprattutto a livello macroeconomico.

Le imprese utilizzano vari metodi (in funzione delle caratteristiche specifiche dei prodotti e delle industrie) per aumentare l'appropriabilità del loro investimento in R&S. I tre più comuni sono: la segretezza industriale, il lead time (o time to the market) e gli strumenti di protezione della proprietà intellettuale (PI). Le imprese possono cercare di minimizzare gli spillover controllando il flusso di conoscenza sul loro processo innovativo che fuoriesce dall'organizzazione: esse sviluppano sistemi molto solidi per il controllo sulla segretezza dei progetti di ricerca imponendo ai propri addetti una serie di restrizioni. Le imprese riescono ad estrarre profitti più che normali fino a quando detengono una posizione monopolistica sul mercato, cioè fino a quando i concorrenti non riescono a creare prodotti sostituti – attraverso l'imitazione – e quindi ad erodere il margine di profitto dell'impresa innovatrice. Se un'impresa è in grado di minimizzare il tempo che intercorre fra l'ideazione di un nuovo prodotto e la sua commercializzazione (time to the market) riuscirà a mantenere più a lungo la posizione monopolistica sul mercato. Infine, l'appropriabilità dell'investimento in R&S può essere aumentata attraverso l'introduzione di diritti speciali di utilizzazione: brevetti, diritti d'autore e marchi. Nel caso dei brevetti<sup>6</sup> che coprono le invenzioni industriali, lo stato conferisce all'inventore (o chi per esso) - l'assegnatario del brevetto - il diritto esclusivo, per un periodo di tempo limitato (in Italia per 20 anni), all'ottenimento del beneficio economico derivante dall'utilizzo dell'invenzione, in cambio della divulgazione della stessa. Il diritto viene assegnato dal governo di un Paese, ed è valido solo in quel Paese a meno che la copertura del brevetto non venga estesa ad altri. In altre parole, lo stato concede il monopolio sull'utilizzo di una certa invenzione all'inventore per fare sì che questi possa trarne un ritorno economico sufficientemente alto da incentivarlo ad investire nella creazione della conoscenza necessaria. Perché un brevetto venga assegnato, l'inventore deve provare che c'è stata attività inventiva (l'invenzione non è ovvia), che sia nuova (l'invenzione o qualcosa di molto simile non è già di dominio pubblico) e che abbia una qualche utilità. Questi tre requisiti sono alla base della brevettabilità di un'invenzione. Una volta che un brevetto è stato assegnato, l'assegnatario è l'unico agente economico al quale sia permesso di produrre tale bene. Ma l'assegnatario può vendere il diritto di utilizzo del brevetto a terzi per mezzo di una licenza (di produzione) o venderlo direttamente. Nel caso in cui un brevetto venga concesso in licenza a terzi, un'altra impresa paga una somma solitamente fissa (una licenza) per avere il diritto di utilizzare quello specifico brevetto per produrre il bene oppure per produrre altri beni che utilizzano quella specifica tecnologia. Solitamente i contratti d'utilizzo includono anche delle royalties, cioè dei pagamenti determinati da una percentuale (fissa o variabile) del valore delle vendite, dei guadagni, o costi del prodotto/processo coperto dal brevetto licenziato.

---

<sup>5</sup> Si veda Guellec e Van Pottelsberghe de la Potterie (2003) per un'analisi dell'impatto del finanziamento pubblico alla ricerca privata a livello macroeconomico per 17 paesi OCSE nel periodo 1983-1996.

<sup>6</sup> Il primo brevetto fu concesso a Venezia dopo l'approvazione dello Statuto dei Brevetti nel 1474.

Solitamente un prodotto o un processo sono coperti da più di un brevetto. Dagli inizi degli anni ottanta, sia in Europa sia negli USA i cambiamenti della struttura industriale (sviluppo delle tecnologie biomediche, ICT e nanotecnologie) e le modifiche di politiche a favore della brevettazione hanno stimolato un'importante crescita nel numero di brevetti. Per esempio nel periodo 1995-2005 le domande di brevetto allo European Patent Office (EPO) sono cresciute del 6% all'anno, mentre quelle allo US Patent Office (USPTO) sono aumentate di più del 7% all'anno. È infine importante ricordare che un brevetto non è automaticamente sinonimo di innovazione. I brevetti sono sì una misura della capacità inventiva delle imprese, ma solo una piccola percentuale di questi copre prodotti o processi innovativi di successo. Un recente studio sui brevetti EPO (Giuri, Mariani et al. 2007) ha evidenziato che circa il 64% dei brevetti viene utilizzato con fini industriali, commerciali oppure viene licenziato. Il restante 36% si divide fra brevetti che effettivamente non sono stati utilizzati e brevetti che sono stati fatti per bloccare lo sviluppo dei competitori (19%), quindi non sono utilizzati nel processo innovativo ma vengono utilizzati strategicamente per bloccare il processo innovativo di altre imprese.

#### 10.4

#### **Cambiamento tecnologico, diffusione e localizzazione: l'approccio neo schumpeteriano**

Il modello lineare d'innovazione è stato fortemente criticato (Rosenberg, 1982). Qui è importante ricordarne brevemente le tre principali limitazioni, successivamente verranno presentati una serie di sviluppi che cercano di superare tali limitazioni. Per prima cosa, il modello lineare non è in grado di catturare la complessità del processo d'innovazione con feedbacks e parallelismi fra le varie fasi. Ciò è dovuto, tra le altre cose, al mancato riconoscimento della differenza fra informazione e conoscenza ed alla conseguente mancata attenzione per i problemi intrinseci al trasferimento ed utilizzo di quest'ultima. Secondo, il modello lineare si è sviluppato sulla base dell'idea che le imprese di maggiori dimensioni siano la fonte principale del progresso tecnologico, grazie ai loro ingenti investimenti in R&S, ai loro grandi laboratori di ricerca, nonché alle maggiori disponibilità finanziarie e al maggior potere di mercato. L'evidenza empirica ha invece dimostrato che molte delle innovazioni sono fatte dagli ingegneri sulla linea di produzione di grandi e piccole imprese e non si basano sulla ricerca fatta nei laboratori. In realtà, i laboratori di ricerca sono presenti solo nelle grandi imprese e specialmente in alcuni settori (chimico, farmaceutico, telecomunicazioni, tecnologie dell'informazione, ecc. cioè i settori basati sulla scienza). Le piccole e medie imprese non hanno laboratori di ricerca (oppure sono di dimensioni molto ridotte) eppure sono fonte d'importanti innovazioni non soltanto nei settori come le biotecnologie. Le innovazioni sia

*radicali* sia *incrementali*<sup>7</sup> si realizzano non soltanto nei settori a base scientifica ma anche in quelli più tradizionali come l'industria alimentare, a forte presenza di piccole e medie imprese. Più in generale, gli ultimi venti anni hanno visto un'importante riduzione del ruolo del laboratorio di ricerca e sviluppo; molti dei grandi centri di ricerca privati sono stati ristrutturati, riducendone significativamente le dimensioni. Il tipico esempio sono i grandi laboratori di ricerca delle compagnie di telecomunicazione come i famosi Bell Laboratories<sup>8</sup> di AT&T fondati nel 1925 o il Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni (CSELT)<sup>9</sup>, oggi TiLAB, di Telecom Italia fondato nel 1964. Infine, il terzo limite del modello lineare è che fornisce una rappresentazione del processo di innovazione dominata dall'offerta, la domanda non è un fattore importante. Invece, in molti processi innovativi sono i clienti, i consumatori o altre imprese, che danno l'input necessario per il miglioramento dei prodotti/processi. L'interazione fra utilizzatori e produttori di nuove tecnologie è un fattore cruciale per comprendere le dinamiche del progresso tecnologico.

Nel seguito saranno presentate alcune delle caratteristiche principali dei modelli neoschumpeteriani di cambiamento tecnologico, prima però è importante introdurre, almeno brevemente, il contributo di Schumpeter all'analisi dello sviluppo tecnologico. Contrapponendosi alle teorie basate sull'equilibrio economico generale, Schumpeter postula che nella realtà storica ogni sistema è esposto a fattori di mutamento esterni (guerre, terremoti, ecc.) ed interni (mutamenti delle preferenze dei consumatori, mutamenti dei fattori produttivi e mutamenti dei metodi di produzione) spiegabili dal punto di vista economico. L'analisi di Schumpeter si concentra sui mutamenti produttivi che sono introdotti attraverso le innovazioni. Schumpeter introduce due modelli per spiegare come l'innovazione si realizza, ai quali ci si riferisce talvolta con Schumpeter Mark I (Schumpeter, 1934) e Schumpeter Mark II (Schumpeter, 1942). Nel primo (Mark I) è il singolo individuo, l'imprenditore "eroico", che, anche sulla base del credito concessogli dalle banche, sviluppa innovazioni (specialmente radicali) che possono generare un profitto temporaneo anche importante. Nel secondo modello (Mark II) sono le grandi imprese (con i loro laboratori di ricerca) a diventare l'attore più importante del processo di innovazione innovando per mantenere una posizione di tipo monopolistico. In entrambi i modelli, man mano che le innovazioni vengono imitate dalle altre imprese, cioè col procedere della *diffusione* del nuovo prodotto/processo nel sistema economico (il processo di

---

<sup>7</sup> Le innovazioni si distinguono in *radicali* ed *incrementali* in funzione del grado di novità, le prime sono caratterizzate da un'importante discontinuità con i modelli di prodotti o processi preesistenti, avvengono con frequenza più bassa delle invenzioni incrementali che invece rappresentano una miglioria nelle caratteristiche di beni e servizi già offerti dal mercato (non si ha la creazione di nuove industrie o mercati).

<sup>8</sup> I Bell Laboratories sono cresciuti fino circa alla fine degli anni settanta primi anni ottanta per poi subire una serie di ristrutturazioni e riduzioni di personale. All'apice dello sviluppo diverse migliaia di ricercatori erano impegnati in progetti di ricerca che coprivano tutto lo spettro dalla ricerca più fondamentale fino allo sviluppo. Sette Premi Nobel sono stati assegnati a ricercatori per lavori svolti presso i Bell Laboratories e varie innovazioni fondamentali per lo sviluppo tecnologico degli ultimi 50 anni, fra le quali il transistor, il laser e il linguaggio Unix, sono state fatte al Bell Laboratories.

<sup>9</sup> Una delle invenzioni più importanti fatta allo CSELT è il sistema di compressione video DPCM sul quale è basato il lo standard MPEG.

adozione dell'innovazione da parte di consumatori o utilizzatori) i profitti vengono erosi fino ad annullarsi. L'analisi Schumpeteriana dedica particolare attenzione alla fase di generazione dell'innovazione da parte delle imprese mentre l'invenzione (ed il ruolo della scienza) viene in qualche misura lasciata endogena al sistema e la diffusione ricopre un ruolo solo secondario. Entrambi gli aspetti saranno invece sviluppati dalle analisi neo-schumpeteriane discusse brevemente nel seguito. L'attenzione di Schumpeter sull'innovazione e sulla sua capacità distruttiva e rigeneratrice è giustificata dall'intenzione di spiegare lo sviluppo macroeconomico. Infatti, Schumpeter enfatizza come le innovazioni procedano a ondate o a grappoli, non in modo uniforme nel tempo; esse, pertanto, contribuiscono a dar luogo a dei mutamenti ciclici con fasi di ripresa, prosperità, recessione e depressione. Tali fluttuazioni non sono i cicli brevi di 3-4 anni, ma onde lunghe (di Kondrat'ev) della lunghezza di circa mezzo secolo associate all'arrivo e diffusione di particolari tecnologie come l'elettricità, i treni, le auto, i computer che hanno trasformato il sistema economico sociale.

L'analisi Schumpeteriana dell'innovazione in disequilibrio ha formato la base per tutta una famiglia di studi neo-schumpeteriani che si sono sviluppati a partire dai primi anni sessanta. Dato lo spazio limitato di questo capitolo, nel seguito ci si limita ad introdurre brevemente quattro aspetti particolarmente rilevanti per l'economia della conoscenza: la differenza fra conoscenza ed informazione, l'importanza dei processi di diffusione, la rilevanza della localizzazione nei processi di creazione e distribuzione delle conoscenze ed il ruolo dei sistemi d'innovazione.

La sociologia e filosofia della scienza hanno a lungo discusso le caratteristiche della conoscenza. Polanyi (1967) ha introdotto il concetto di *conoscenza tacita*, cioè di quella conoscenza pratica e scarsamente articolata di cui il detentore non è completamente conscio e come tale è difficile da trasferire ad altri agenti. A tale conoscenza è contrapposta la *conoscenza codificata* cioè la conoscenza che è codificabile in un linguaggio comprensibile ad un gruppo di utilizzatori in un certo periodo ed in un certo luogo. Sulla base di tale intuizione si è sviluppata un'ampia area di ricerca economico-organizzativa che vede la conoscenza come composta da informazione e conoscenza tacita.<sup>10</sup> La conoscenza composta da una componente tacita ed una codificata (informazione) è pertanto contestuale in termini temporali, spaziali, culturali e sociali; ciò che è codificato per certi gruppi socio-economici in certi periodi di tempo in certi paesi non lo è per altri. Parte della conoscenza risiede nella testa degli ingegneri e degli scienziati che lavorano nelle imprese, è vischiosa - sticky- cioè non è facilmente trasferibile e l'individuo può non avere incentivi economici a trasferirla. La conoscenza diventa, almeno in parte, specifica all'impresa in cui è prodotta ed utilizzata. Le imprese sono pertanto viste come eterogenee, cioè differenti le une dalle altre ed è la conoscenza propria di una specifica impresa che diventa la risorsa caratterizzante l'impresa stessa (Nelson e Winter, 1982). In questo

---

<sup>10</sup> Si veda anche la distinzione fra dati, informazione e conoscenza secondo la quale la conoscenza implica l'assimilazione e comprensione degli usi potenziali delle informazioni e quest'ultime sono date dall'organizzazione e contestualizzazione dei dati (Machlup, 1980).

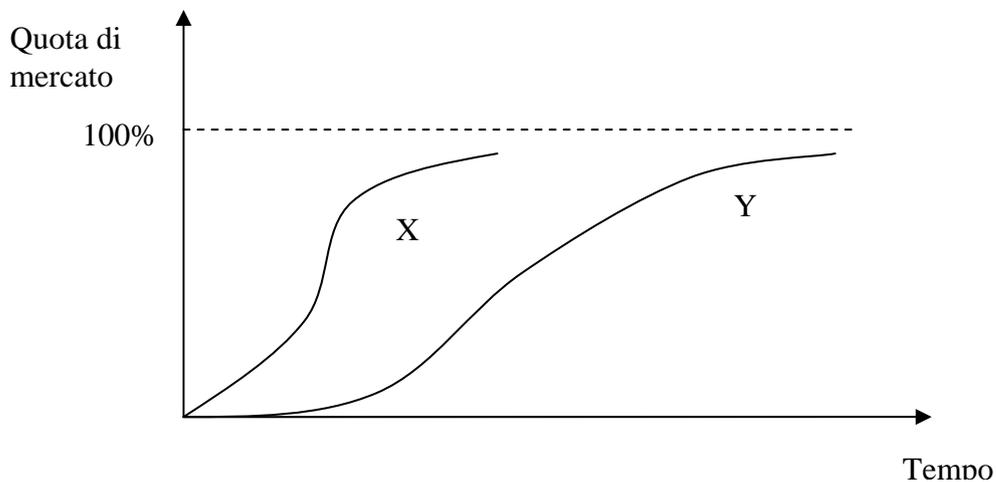
contesto, la conoscenza non può più essere considerata come un bene pubblico che può essere ridistribuito all'interno del sistema economico a bassi costi. Le imprese per beneficiare degli spillover di conoscenza specifica da altre imprese devono, pertanto, investire per sviluppare *in primis* la conoscenza necessaria per essere in grado di assorbire nel loro specifico sistema di produzione la conoscenza esterna. Si parla pertanto di *capacità d'assorbimento* (Cohen and Levinthal, 1989) come dell'abilità di valutare ed utilizzare la conoscenza generata sia dai concorrenti sia da altre fonti di conoscenza esterne al settore industriale, siano esse imprese o università e centri di ricerca pubblici. Le imprese fanno investimento in R&S anche per essere in grado di beneficiare dei flussi di conoscenza esterna. Si hanno, pertanto, dei costi significativi di riproduzione e riapplicazione della conoscenza prodotta da altri attori economici. È, infine, importante notare che la conoscenza tacita (non articolata) in certi casi potrebbe essere codificata (articolata) ma è la mancanza di allineamento fra gli incentivi economici individuali e sociali che fa sì che gli attori detentori di tale conoscenza non la articolino (Cowan et al., 2000). Si pensi, per esempio, al caso di un ricercatore o ingegnere che abbia sviluppato particolari competenze, abbia cioè una conoscenza specifica di una certa tecnologia. Se questi è in grado di mantenere almeno parte della conoscenza per sé, si troverà in possesso di una risorsa unica che potrà eventualmente offrire al miglior offerente fra le imprese che lo vogliono assumere. La conoscenza tacita e la conoscenza articolabile, ma volontariamente non articolata, sono alla base della ragione per cui altre imprese vorranno assumere tale persona. Si crea, pertanto, un mercato del lavoro in cui si realizza il trasferimento delle conoscenze attraverso la mobilità dei ricercatori e in cui i ricercatori beneficiano della loro conoscenza specifica attraverso un salario più alto. Se da un lato la realizzazione della coesistenza di conoscenza codificata e tacita (articolata e non articolata) riduce il problema dell'appropriabilità proprio del bene pubblico (parte della conoscenza non essendo articolata non ha le caratteristiche del bene pubblico), dall'altro evidenzia l'esistenza di fallimenti nella coordinazione del trasferimento di conoscenza. La conoscenza è intrinsecamente difficile da trasferire e qualora non lo fosse gli individui sarebbero incentivati a rendere il suo trasferimento il più difficile possibile, mentre la società beneficerebbe dall'uso più diffuso della conoscenza prodotta. È pertanto importante ragionare non soltanto in termini di generazione (produzione) di conoscenza ma anche di utilizzazione (distribuzione) di conoscenza. Una volta sostenuti gli alti costi di produzione di nuova conoscenza, la società trae un maggior beneficio da un utilizzo diffuso della stessa poichè, essendo la produzione di conoscenza cumulativa<sup>11</sup> ed essendo i costi di riproduzione e riapplicazione inferiori ai costi di invenzione, la diffusione della nuova conoscenza favorirà la creazione di nuova conoscenza ad un costo inferiore. La politica economica deve pertanto porsi come obiettivo quello di trovare un equilibrio fra la creazione di incentivi sufficienti

---

<sup>11</sup> La produzione di conoscenza è cumulativa in quanto la conoscenza stessa è l'input fondamentale per il processo di produzione di conoscenze, come spiega chiaramente la metafora "...ho visto lontano stando sulle spalle dei giganti ..." anche citata da Newton. Chiaramente i settori industriali e tecnologici variano a seconda del loro livello di cumulatività, in certi settori la conoscenza è più cumulativa che in altri.

per la generazione di nuova conoscenza e il supporto alla diffusione della conoscenza già prodotta. Nel capitolo 14 verranno discusse le relative politiche.

FIGURA 10.3



L'analisi del cambiamento tecnologico, cioè dei processi d'innovazione, richiede la comprensione dei processi di distribuzione ed utilizzazione della conoscenza. L'analisi microeconomica studia i processi di diffusione dell'innovazione, cioè i processi attraverso i quali l'informazione sull'esistenza di un'innovazione si propaga all'interno dei sistemi economici risultando in un'adozione (utilizzo) della stessa, sulla base di modelli d'adozione di nuove tecnologie da parte delle imprese (Stoneman, 2002) ed in misura inferiore sullo studio dell'introduzione di nuovi prodotti sui mercati finali. Sulla base dell'imitazione delle imprese innovatrici da parte delle imprese ritardatarie, le nuove tecnologie si diffondono sul mercato in maniera graduale, non istantanea. Uno dei principali risultati è l'identificazione della *curva di diffusione* tecnologica ad S, secondo la quale un'innovazione (sia essa di processo o prodotto) si diffonde sul mercato all'inizio in maniera lenta - si ha un piccolo numero di primi adottatori e l'informazione si propaga lentamente -, poi si ha una fase di accelerazione nell'adozione da parte di nuovi utilizzatori, e infine si ha una fase finale in cui anche i ritardatari adotteranno l'innovazione fino al raggiungimento del 100% della quota di mercato (a livello asintotico visto che rimarrà sempre qualcuno che utilizza la vecchia tecnologia, ancor oggi ad esempio vengono venduti orologi a cipolla oppure vengono utilizzati torni manuali per la produzione di beni). La Figura 10.3 enfatizza come le due tecnologie X ed Y seguano entrambe una curva di diffusione ad S ma siano caratterizzate da una tempistica di adozione significativamente differente con la tecnologia Y che si diffonde molto più lentamente nel sistema economico. Queste differenze dipendono dalle caratteristiche settoriali quali la dimensione d'impresa e l'importanza delle esternalità di rete (l'utilità o produttività derivante dall'acquisizione o uso del bene e funzione crescente

del numero di utilizzatori o adottatori) che originano rendimenti crescenti d'adozione.

L'analisi dei processi di distribuzione ed utilizzazione di nuove conoscenze all'interno di un sistema economico viene fatta con un approccio macroeconomico e sistemico sulla base del concetto di *traiettorie tecnologiche* (Nelson e Winter, 1982) e di *paradigma tecnologico* (Dosi, 1982). Il cambiamento tecnologico avviene lungo ben definite traiettorie che dipendono dallo sviluppo del prodotto/processo secondo un ciclo di vita che è influenzato dalle adozioni e dai conseguenti cambiamenti tecnologici incrementali che dipendono dall'apprendimento (learning by doing) specifico a ciascuna impresa. L'apprendimento specifico d'impresa dà origine all'accumulazione di conoscenza tacita e di know-how tecnologico che risulta nello sviluppo tecnologico localizzato a livello d'impresa lungo determinate traiettorie tecnologiche. Un paradigma tecnologico è pertanto composto da una serie di euristiche per risolvere un dato problema tecnologico sulla base della comprensione pratica e teorica di una data conoscenza tecnologica, esso identifica un cluster di tecnologie (le tecnologie dei semiconduttori) e le possibili direzioni del cambiamento tecnologico. Fattori economici, istituzionali e sociali fanno sì che un dato paradigma tecnologico venga selezionato dal livello più generico della attività di problem solving scelta per risolvere il problema tecnologico fino alla selezione della specifica tecnologia incorporata in un dato macchinario.

Se la conoscenza è almeno in parte specifica all'impresa e quindi contestuale, la razionalità è limitata e la conoscenza imperfetta (le imprese non possono prevedere tutti gli eventi futuri e non dispongono d'informazione perfetta sull'esistenza ed efficienza di tutte tecnologie disponibili) ne consegue che il *cambiamento tecnologico* sarà *localizzato* a livello tecnologico. Le imprese, in risposta a cambiamenti della domanda o a disequilibri sul mercato dei fattori, introducono cambiamenti tecnologici nelle vicinanze delle tecnologie già utilizzate (del capitale materiale ed immateriale irreversibile -ad alti costi affondati) cioè lungo sentieri tecnologici specifici all'impresa (Antonelli, 2008). Il cambiamento tecnologico non risulterà costituito semplicemente dall'acquisizione di tecnologia nuova standardizzata (come ipotizzato dai modelli standard di diffusione), ma consta di adattamento e sviluppo specifico alla singola impresa influenzato dalla localizzazione geografica della stessa che determina la facilità di accesso alla nuova conoscenza.

L'importanza che ricopre la distribuzione e l'utilizzazione della nuova conoscenza nei processi d'innovazione e l'importanza della localizzazione per gli stessi sono i fondamenti teorici dello sviluppo degli approcci basati sui concetti di *sistema d'innovazione nazionale* (Freeman, 1987; Lundval, 1992; Nelson 1993) e *regionale* (Cooke, 2001). In questi approcci, la dimensione spaziale (sia essa regionale/locale o nazionale) gioca un ruolo poiché permette di identificare una serie di specificità nazionali o locali molto importanti per capire il progresso tecnologico. Le imprese non introducono o adottano nuove tecnologie in maniera indipendente ed isolata, ma sono parte di un sistema d'impresе ed altre organizzazioni ed istituzioni che possono facilitare o limitare la creazione, distribuzione ed utilizzazione di nuova conoscenza

e, di conseguenza, il progresso tecnologico in una data area geografica (identificata a livello legale o culturale). Un sistema d'innovazione (e la sua capacità innovativa) sarà pertanto caratterizzato da: (1) le specifiche istituzioni che lo compongono, come le imprese, il sistema di educazione e ricerca, il sistema finanziario, l'infrastruttura per il supporto alle relazioni di network fra imprese e fra università/impresa; (2) il ruolo dei ministeri (o delle organizzazioni regionali) preposti al supporto dell'innovazione tecnologica (e della ricerca scientifica ed educazione superiore) e le relative politiche tecnologiche (scientifiche ed educative); (3) le specificità storiche, culturali e cognitive della nazione o regione. Tale letteratura non è diminutiva del ruolo della globalizzazione, ma enfatizza come le imprese agiscano in un contesto multilivello cioè locale, nazionale e globale. In funzione dei loro mercati di riferimento e delle caratteristiche della conoscenza necessaria per il loro processo produttivo, saranno influenzate in maniera maggiore o minore dalle variabili sistemiche dei tre livelli. È infine importante sottolineare che i processi di cambiamento tecnologico sono differenti a livello di settoriale/tecnologico (Malerba ed Orsenigo, 1997; Malerba, 2005), esistono cioè dei *sistemi settoriali di innovazione* che sono caratterizzati per ruoli ed importanza diversa degli attori ed istituzioni del processo innovativo; si pensi, per esempio, alla differenza che esiste nel processo di innovazione "science based" del settore farmaceutico rispetto ad un altro settore sempre "science based" come l'aeronautica, oppure ad un settore tradizionale come l'industria alimentare. Il livello d'appropriabilità della conoscenza dipende dal settore tecnologico/industriale d'attività, in quanto le tecnologie si differenziano in funzione della facilità di essere replicate e della facilità nell'essere imitate. L'appropriabilità dipende dall'efficacia dei meccanismi legali di protezione (proprietà intellettuale). Si parla, pertanto, d'appropriabilità debole o forte (Teece, 1986). È debole quando le innovazioni sono difficili da proteggere perchè possono essere facilmente codificate e il sistema di protezione legale della proprietà intellettuale è meno efficace (si veda il caso della musica); è forte se le innovazioni sono facili da proteggere in quanto la conoscenza su cui si basano è tacita e/o possono essere protette in maniera efficace dai brevetti (si veda il caso dell'industria farmaceutica).

## 10.5

### Brevi cenni sull'economia della scienza

Una delle aree dell'economia della conoscenza che ha visto uno sviluppo importante negli ultimi vent'anni è quella dedicata all'analisi dell'organizzazione, della produzione e della distribuzione della scienza (Stephan, 1996; Dasgupta and David; 1994).<sup>12</sup> Brevemente, i contributi principali allo sviluppo dell'economia della scienza si possono articolare in tre aree principali: 1) scienza e crescita economica a livello nazionale e regionale; 2) l'organizzazione della scienza e la sua interazione con

---

<sup>12</sup> Per un approfondimento si veda la raccolta d'articoli curata da Stephan e Audretsch (2000).

l'istruzione universitaria; 3) il mercato del lavoro scientifico e la produttività dei ricercatori.

Sulla base della caratteristica della scienza di essere (almeno parzialmente) un bene pubblico, e pertanto sulla base dell'esistenza di importanti spillover e del conseguente finanziamento pubblico della scienza, un numero di studi (non troppo ampio) ha cercato di collegare i risultati della ricerca scientifica con la crescita economica dei Paesi e ha evidenziato l'esistenza di importanti ritorni economici dall'investimento in scienza. Maggior attenzione è stata dedicata all'analisi a livello regionale: un ampio numero di studi ha evidenziato l'importanza della prossimità geografica nello spiegare l'impatto della ricerca scientifica sulla produzione di innovazioni (e conseguente crescita economica). Infine, sempre più attenzione è stata dedicata all'analisi delle interazioni fra università ed imprese e allo studio dei vari canali di trasferimento della conoscenza scientifica dalle università al mondo economico.

Una seconda area di ricerca si è composta intorno all'analisi dell'organizzazione della produzione e distribuzione di scienza. Attraverso lo studio dell'organizzazione dell'interazione fra scienza e tecnologia ed, in particolare, della gestione dei diritti di proprietà che possono scaturire dalla scoperta scientifica (sempre più gestiti a livello istituzionale dalle università), l'esistenza di regole di comportamento generale per la gestione dei sistemi d'incentivazione, la necessità di personale qualificato e di una dimensione minima di scala per le organizzazioni che gestiscono il trasferimento tecnologico delle università -in presenza però di specificità istituzionali e nazionali- sono state messe in evidenza. L'organizzazione ottimale della produzione di scienza negli istituti di ricerca è stata studiata in misura molto inferiore con risultati ancora molto preliminari. Ancor minore attenzione è stata dedicata alla comprensione delle interazioni fra produzione scientifica ed istruzione universitaria.

Infine, il terzo filone di ricerca, di matrice Nord Americana, e solo più recentemente anche Europea, si è interessato all'analisi del mercato del lavoro scientifico e della carriera sia nelle università che nei centri di ricerca privati. Anche sullo spunto di intuizioni della sociologia della scienza di stampo tradizionale, sono stati realizzati una serie di studi sulla produttività degli scienziati che cercano di spiegare come le caratteristiche individuali dei ricercatori e i sistemi di incentivazione ed organizzazione della ricerca riescano a giustificare una distribuzione dell'output scientifico asimmetrica di tipo paretiano, con un 20% dei ricercatori responsabili dell'80% dell'output.<sup>13</sup>

## 10.6

### Le spese in R&S

L'accresciuta importanza della conoscenza come fattore di produzione richiede lo sviluppo di metodi di misura del suo valore, cosa che non risulta facile in quanto la conoscenza (la sua qualità) è difficilmente misurabile in termini monetari ed è

---

<sup>13</sup> Si veda anche il lavoro originale di Lotka (1926) sulla produttività scientifica.

pertanto molto difficile creare uno stock  $K$  di conoscenza. Dalla metà degli anni settanta, con la pubblicazione del primo Manuale Frascati dell'OCSE sulla misura delle spese in R&S, è stata sviluppata una serie d'indicatori di scienza e tecnologia che cercano di catturare la produzione e l'uso di conoscenza nelle imprese e nelle organizzazioni di ricerca. Non abbiamo qui lo spazio per discutere tali indicatori in dettaglio.<sup>14</sup> E' però utile introdurre, almeno brevemente, l'indicatore spese in R&S a livello paese per analizzare la posizione dell'Italia rispetto ad un sottoinsieme di paesi OCSE. Secondo la metodologia della versione più recente del Manuale Frascati (OCSE, 2002), ogni anno vengono raccolti dall'OCSE dati sulle spese R&S (sono classificate in chi ha finanziato e chi ha sostenuto la spesa) con vari livelli di dettaglio (livello industriale, tipologia di ricerca, ecc.). A livello aggregato, tre indicatori comunemente utilizzati sono: GERD = Gross domestic expenditures on R&D (tutte le spese in R&S fatte sul territorio nazionale); BERD = Expenditure on R&D in the Business Sector (spese in R&S fatte dal settore imprese); HERD = Expenditure on R&D in the Higher Education Sector (spese in R&S fatte dal settore universitario – Istituti di Educazione Superiore).

Tabelle 10.1: GERD in percentuale rispetto al PIL

	1991	1996	2001	2006	2007
Francia	2.32	2.27	2.2	2.1	2.08
Germania	2.47	2.19	2.46	2.54	2.54
Italia	1.19	0.99	1.09	1.13	-
Giappone	2.96	2.81	3.12	3.40	3.44
GB	2.03	1.83	1.79	1.75	1.79
USA	2.71	2.55	2.76	2.68	2.68
Cina	0.73	0.57	0.95	1.42	1.49
Corea	1.84	2.42	2.59	3.23	3.47
UE-27	..	1.66	1.75	1.76	1.77
Totale	2.18	2.08	2.25	2.27	2.29

Fonte: Elaborazione dati OCSE 2009.

La Tabella 10.1 presenta l'evoluzione della quota PIL di spese in R&S nel periodo 1991-2007. Come si evince chiaramente l'Italia fa un investimento in R&S più basso sia dei paesi considerati sia della media dei 27 paesi dell'Unione Europea. La discussione sulle ragioni del basso investimento in R&S dell'Italia si è protratta per anni. Non abbiamo qui lo spazio per discutere tale dibattito in maniera critica. Vale però la pena di ricordare i risultati dello studio di Foresti (2002) che mostrano chiaramente che il gap nell'investimento in R&S dell'Italia rispetto agli altri paesi più avanzati sia principalmente dovuto al minore investimento delle imprese del settore manifatturiero. Ciò non è però solamente dovuto alla struttura industriale italiana,

<sup>14</sup> Si veda OCSE (2007) per una discussione sullo stato di sviluppo ed utilizzo degli indicatori di scienza, tecnologia ed innovazione.

caratterizzata da molte piccole imprese attive principalmente in settori tradizionali che pertanto non svolgono attività di R&S formalizzata come quella solitamente riportata nelle statistiche della R&S, ma, anche al fatto che, a parità di struttura produttiva e dimensionale, le imprese italiane investono meno di quelle straniere. Di conseguenza, le grandi imprese italiane che in media tendono ad investire meno di quelle straniere rappresentano una delle cause alla base del gap evidenziato in Tabella 10.1.

Tabella 10.2: Chi paga e chi fa, la peculiarità italiana.

	Francia	Germania	Italia	GB	USA
GERD % PIL	2.1	2.54	1.13	1.75	2.66
% GERD finanziato dall'IMPRESE	52.4 (p)	68.1	40.4	45.2	65.2
% GERD finanziato dal GOVERNO	38.4(p)	27.8	48.3	31.9	29.1
% GERD eseguito dall'IMPRESE	63.1(p)	69.9	48.8	61.7	71.0
% GERD eseguito da IES	19.2(p)	16.3	30.3	26.1	13.5
% GERD eseguito dal GOVERNO	16.5(p)	13.9	17.2	10.0	11.3
% GERD eseguito da Istituzioni Pubbliche	35.7(p)	30.2	47.5	36.1	24.8
% BERD finanziato dall'IMPRESE	80.2(p)	92	80.2	69.4	90.2
% BERD finanziato dal GOVERNO	11.1(p)	4.5	8.1	7.6	9.8
% HERD finanziato dall'IMPRESE	1.7(p)	14.2	1.2	4.8	5.4

Fonte: Elaborazione dati OCSE 2009. Anno di riferimento: 2006. (p): Provvisoria

I dati OCSE permettono di analizzare le spese in R&S a seconda di chi le abbia finanziate o eseguite. La Tabella 10.2 permette di paragonare la spesa in R&S italiana nel 2006 con quella degli altri quattro grandi paesi europei e degli USA. Innanzi tutto, il Governo italiano è l'unico che finanzia una quota così elevata della R&S, pari al 48.3% del totale. Le imprese italiane sono invece quelle che finanziano la quota inferiore (40.4%) e ne eseguono anche una quota di gran lunga inferiore a quella degli altri paesi. Le università hanno un ruolo più importante che in altri paesi e se alla loro quota si somma anche quella afferente al Governo, si evidenzia che le Istituzioni Pubbliche Nazionali italiane sono responsabili di una quota di R&S di almeno dieci punti superiore a quella degli altri paesi considerati. E' infine importante enfatizzare che le imprese italiane tendono a finanziare una quota inferiore della loro R&S (quota BERD finanziata dalle imprese) sebbene la differenza sia meno marcata che nei casi precedenti ed anche il loro contributo alla ricerca fatta dalle università (quota HERD finanziata dalle imprese) è inferiore a quello degli altri paesi.

## Concetti Chiave

Il progresso tecnico può essere considerato come *esogeno*, cioè non determinato dalle variabili del sistema, oppure *endogeno* al sistema, cioè spiegabile da fattori interni al sistema economico.

La conoscenza può essere *incorporata* nello stock di capitale (nei macchinari) oppure può essere separata (*non incorporata*) dal capitale e pertanto scambiabile sul mercato come bene separato.

Gli *input intangibili* sono il risultato delle spese interne alle imprese in attività come R&S, consulenze, sviluppo software, formazione, ecc. e le spese del governo in attività di istruzione universitaria, ricerca pubblica, ecc.

Un bene si definisce *bene pubblico* se è non rivale e non escludibile al consumo.

La conoscenza è *espandibile*, in quanto è possibile fare molteplici trasferimenti di conoscenza senza che se ne perda il valore.

Gli *spillovers* di conoscenza sono flussi in ingresso di conoscenza prodotta da altri a costo zero, cioè sono delle economie esterne positive.

Con *appropriabilità* si intende la capacità da parte di un'impresa di ottenere tutto il ritorno economico dall'investimento in produzione di nuova conoscenza. Solitamente l'appropriabilità non è mai completa.

Con *modello lineare d'innovazione* si intende la concezione del processo innovativo come costituito da una serie di passi successivi che porta dalla creazione di conoscenza di base alla realizzazione di prodotti nuovi.

Un'*invenzione* costituisce la scoperta di qualcosa di nuovo con un qualche potenziale di uso futuro; l'*innovazione* è lo sviluppo di conoscenza per la realizzazione potenziale di un nuovo bene con un utilizzo ben identificato, solo alcune delle innovazioni riescono ad essere prodotte dando origine a *nuovi prodotti/processi* e solo alcuni di essi avranno successo commerciale sul mercato.

Un'*innovazione incrementale* rappresenta un miglioramento di un prodotto/processo preesistente, un'*innovazione radicale* consiste nella creazione di un nuovo prodotto/processo che prima non esisteva ed è pertanto associato alla creazione di una nuova industria o segmento industriale.

Il processo di *diffusione* rappresenta il fenomeno dell'adozione di nuovi prodotti o processi da parte di consumatori o utilizzatori.

La conoscenza è differente dall'informazione: essa è composta da conoscenza *codificata* cioè informazione trasmissibile e comprensibile a chi è stato educato in una data area e conoscenza *tacita* cioè non articolabile in maniera che possa essere trasmessa, ma insita nella "testa" di chi la possiede.

La *capacità di assorbimento* e la competenza/abilità di un'impresa nel beneficiare della conoscenza generata da organizzazioni esterne.

La *curva di diffusione* ad S descrive l'andamento della quota di mercato di una tecnologia in funzione del passare del tempo dalla sua introduzione sul mercato.

Il *paradigma tecnologico* è dato da un insieme di tecnologie relazionate per la soluzione di un dato problema tecnologico; esso evolve secondo ben definite

*traiettorie tecnologiche* funzione di un dominat design risultato di una selezione economica ed istituzionale.

Si parla di *cambiamento tecnologico localizzato* quando le imprese introducono innovazioni nelle vicinanze delle tecnologie già utilizzate sia a causa dei costi affondati sia in quanto non perfettamente informate e con razionalità limitata dalle competenze accumulate.

Si parla di *sistemi nazionali / regionali / settoriali di innovazione* come di quell'insieme di organizzazioni ed istituzioni che determinano la capacità innovativa di una nazione / regione / settore. Ne fanno parte fra gli altri, le imprese, il sistema bancario, le università ma anche la regolamentazione pubblica, i sistemi di supporto pubblico, ecc.

### **Problemi ed esercizi**

10.1 Rispondere VERO o FALSO alle seguenti domande:

- a. Gli investimenti intangibili includono tutti gli investimenti nei servizi.
- b. Le grandi imprese introducono più innovazioni delle piccole imprese.
- c. C'è un problema di appropriabilità in presenza di economie esterne positive.
- d. La ricerca di base è meno appropriabile della ricerca applicata.
- e. Tutti i brevetti danno origine ad un'innovazione.
- f. Il processo di diffusione dell'innovazione è caratterizzato da una fase finale di adozione molto rapida del nuovo prodotto.
- g. La produzione scientifica è altamente asimmetrica.
- h. Le imprese italiane investono poco in R&S solo perché producono prodotti tradizionali.

10.2 Per quali motivi ci si può aspettare un effetto complementare fra l'investimento privato in R&S e il supporto pubblico alla R&S?

10.3 Quali sono i motivi che giustificano l'investimento in R&S da parte delle imprese?

10.4 Illustrare le possibili interazioni fra imprese, università e istituti di credito nel processo di introduzione di una nuova tecnologia.

10.5 Spiegare perché la non perfetta codificabilità della conoscenza rende meno necessario l'intervento di politica pubblica.

10.6 Descrivere come si può ottenere un ritorno economico da un brevetto.

10.7 Spiegare perché la diffusione di general purpose technologies produce un cambiamento strutturale. Spiegate con due esempi come il fenomeno avviene.

## Nota Bibliografica

### *Opere citate*

- Antonelli C. (2008) *Localised Technological Change*, Routledge, London.
- Arrow K. J. (1962), *Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention*, in National Bureau of Economic Research, *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, Princeton, pp. 609–626.
- Bresnahan T. F., Trajtenberg M. (1995) *General Purpose Technologies "Engines of Growth?"* in "NBER Working Paper", No. W4148.
- Cooke P. (2001), *Regional Innovation Systems Clusters and the Knowledge Economy*, in "Industrial and Corporate Change", vol.10, pp. 945-974.
- Corrado C., Hulten C. Sichel D. (2005), *Measuring Capital and Technology: An Expanded Framework* in C. Corrado, J. Haltiwanger e D. Sichel, (a cura di), *Measuring Capital in the New Economy, Studies in Income and Wealth*, vol. 65, The University of Chicago Press for the National Bureau of Economic Research, Chicago, pp.11-41.
- Cowan R., David P. A. Foray D. (2000), *The Explicit economics of Knowledge Codification and Tacitness*, in "Industrial and Corporate Change", vol. 9, pp. 211-253.
- Cohen W. M., Levinthal D. A. (1989), *Innovation and Learning the Two Faces of R&D*, in "The Economic Journal", vol. 99, pp. 569-596.
- Dasgupta P.A. and David P.A. (1994), *Towards a New Economics of Science*, in "Research Policy", vol. 23, pp. 487-521.
- David P. A. (1975), *Technical Choice, Innovative and Economic Growth*, Cambridge University Press, London.
- David P. A., Hall B. H., Toole A. A. (2000), *Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A review of the econometric evidence*, in "Research Policy", vol. 29, pp. 497–529.
- Dosi G. (1982), *Technological Paradigms and Technological Trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*, in "Research Policy", vol. 11, pp. 147-162.
- Foray D. (2004), *The Economics of Knowledge*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Foresti G. (2002), *Specializzazione produttiva e struttura dimensionale delle imprese: come spiegare la limitata attività di ricerca dell'industria italiana*, in Centro Studi Confindustria, Working Paper n. 32.
- Freeman C. (1987) *Technology, Policy, and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter Publishers, London.
- Freeman C. (1974) *The Economics of Industrial Innovation*, Penguin, Harmondsworth.

- Giuri P., Mariani M. ed altri autori (2007), *Inventors and Invention Processes in Europe. Results from the PatVal-EU survey*, in “Research Policy”, vol 36, pp. 1107-1127.
- Griliches Z. (1957), *Hybrid Corn: An exploration in the economics of technological change*, in “Econometrica”, Vol. 25, pp. 501-522.
- Guellec D., Van Pottelsberghe De La Potterie B. (2003), *The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D*, in “Economics of innovation New Technology”, vol.12, pp. 225-243.
- Lotka, A. J. (1926), *The Frequency Distribution of Scientific Productivity*, in “Journal of the Washington Academy of Sciences”, vol. 16, pp. 317-323.
- Lundvall B. A., (a cura di) (1992), *National Systems of Innovation*, Pinter Publisher, London.
- Machlup F. (1980), *Knowledge and Knowledge Production*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Malerba F. (2005), *Sectoral Systems: How and why innovation differs across sectors*, in J. Fagerberg, D. Mowery, R. R. Nelson (a cura di) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford.
- Malerba F., Orsenigo L. (1997), *Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities*, in “Industrial and Corporate Change” vol. 6, pp. 83-117.
- Nelson R. R. (1959), *The Simple Economics of Basic Scientific Research*, in “Journal of Political Economy”, vol. 67, pp. 297-306.
- Nelson R. R. (1993), *National Innovation Systems: A comparative analysis*, Oxford University Press, Oxford.
- Nelson R. R., Winter S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, The Belknap Press, Boston.
- OCSE (2002), *Frascati Manual: Proposed standard practice for surveys on research and experimental development*, OCSE, Paris.
- OCSE (2007), *Science Technology and Innovation Indicators in a Changing World*, OCSE, Paris.
- OCSE (2009), *Factbook 2009: Economic, Environmental and Social Statistics*, OCSE, Paris.
- Rosenberg N. (1982), *Inside the Black Box: Technology an Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Polanyi M. (1967), *The Tacit Dimension*, Doubleday, New York.
- Schumpeter J. A. (1934), *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Schumpeter J. A. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper & Brothers, New York.
- Stephan P. E. (1996), *The Economics of Science*, in “Journal of Economics Literature”, vol 34, pp. 1119-1235.
- Stephan P. E., D. A. Audretsch (2000), *The Economics of Science and Innovation*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.

Stoneman P. (1983), *The Economic Analysis of Technological Change*, Oxford University Press, Oxford.

Stoneman P. (2002), *The Economics of Technological Diffusion*, Blackwell Publishers, Oxford.

Teece D. J. (1986), *Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy*, in “Research Policy”, vol. 15, pp. 285-305.