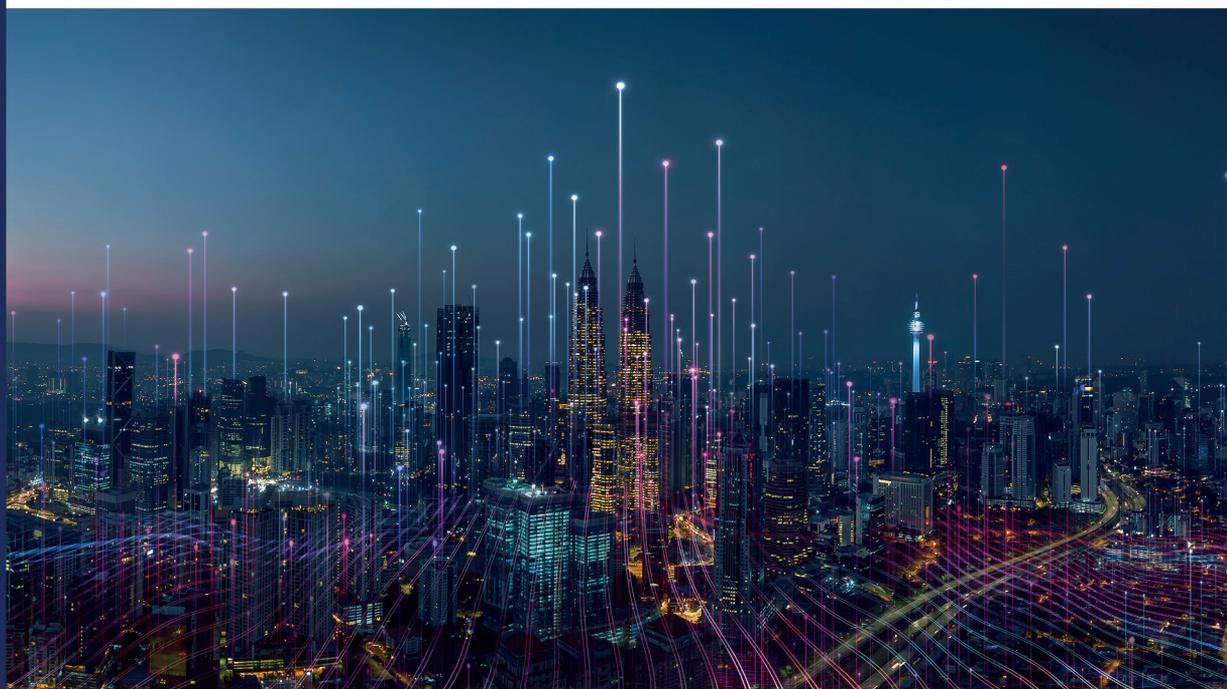


Luigi Aldieri

Economia e politica dell'innovazione e dell'ambiente



Giappichelli

INTRODUZIONE

Possiamo immaginare che l'innovazione relativa a nuovi prodotti e servizi sia principalmente legata alla teoria economica. Comunque, la relativa ricerca economica ha riguardato diverse discipline: la *macroeconomia* (in tema di crescita), l'*organizzazione industriale* (per quanto riguarda le strategie e le interazioni tra le imprese), la *finanza pubblica* (concernente le politiche per stimolare l'innovazione nel settore privato) e lo *sviluppo economico* (in tema di trasferimento tecnologico) (Hall e Rosenberg, 2010). Pertanto, è possibile considerare l'Economia dell'Innovazione come un'area autonoma dell'Economia Applicata e incoraggiare i ricercatori appartenenti alle diverse aree scientifiche a raggiungere la consapevolezza di operare su temi di ricerca simili ma con metodologie differenti. Il termine di innovazione include le fasi del cambiamento tecnico, ma include anche altre dimensioni del cambiamento economico (Romer, 1990; Hall e Rosenberg, 2010).

Oggetto di analisi dell'Economia dell'Innovazione è la debolezza dell'analisi economica statica. Occorre analizzare che la conoscenza, le invenzioni e le innovazioni introdotte nel periodo corrente si basano su quelle generate in passato e i loro benefici si avvertono soltanto dopo un processo di apprendimento e diffusione (Breshahan, 2010; Teece, 2010; Stoneman e Battisti, 2010). Soete e altri (2010) e Steimueller (2010) sostengono che la logica del fallimento di mercato ai fini della politica che promuova l'innovazione può essere uno strumento incompleto, perché attribuisce troppo rilievo ai diritti assegnati agli inventori trascurando la natura sistemica delle stesse politiche (Hall e Rosenberg, 2010).

Un secondo tema rilevante è costituito dall'esigenza che le politiche per l'innovazione rappresentino uno strumento rilevante dell'Economia dell'Innovazione. A tal fine, sono argomenti di analisi rilevanti la misurazione dei rendimenti di R&S (Hall, Mairesse e Mohnen, 2010), il ruolo del finanziamento dell'innovazione (Hall e Lerner, 2010), il ruolo dell'innovazione ambientale (Popp, Newell e Jaffe, 2010), il ruolo dell'innovazione in agricoltura (Pardey, Alston e Ruttan, 2010).

Il testo può essere proposto sia a studenti di corsi di area economica nelle lauree triennali sia agli studenti dei corsi di laurea magistrale. Infatti, i diversi ar-

gomenti possono essere discussi attraverso la teoria economica dei modelli e le relative rappresentazioni grafiche oppure enfatizzando lo strumento analitico. A tal fine, l'appendice matematica supporta lo studente nella fase di applicazione degli strumenti nei modelli teorici proposti.

Il volume è articolato in otto sezioni.

La prima sezione del libro fornisce una panoramica sulla storia economica dell'innovazione.

La seconda sezione presenta le definizioni fondamentali dell'economia dell'innovazione e spiega le distinzioni tra nozioni rilevanti.

La terza sezione descrive le fonti del processo innovativo, distinguendo tra *input* del processo (R&S) e *output* del processo (brevetti). A tal fine, è utile la distinzione tra funzione di produzione (Griliches, 1979) e funzione di produzione di conoscenza (Pakes e Griliches, 1984).

La quarta sezione è dedicata all'analisi microeconomica dell'innovazione. L'analisi della struttura di mercato delle imprese diventa rilevante per valutare l'incentivo economico ad innovare. Gli economisti ormai comprendono che non è importante solo la concorrenza sui prezzi. Non appena la concorrenza per la qualità e lo sforzo di vendita sono ammessi nella teoria, la variabile *prezzo* non assume più la posizione dominante. Comunque, c'è ancora concorrenza all'interno di uno schema rigido di condizioni che monopolizza l'attenzione.

La quinta sezione riguarda la diffusione dell'innovazione, cioè l'analisi dell'impatto dei flussi informativi simmetrici e asimmetrici sui risultati economici degli operatori coinvolti nel processo innovativo (Aldieri, 2017). In particolare, diverse strategie quantitative saranno adottate per costruire le matrici di prossimità, utili per la misurazione delle esternalità (*spillovers*) tecnologiche e geografiche.

La sesta sezione è dedicata all'analisi macroeconomica dell'innovazione. Il cambiamento tecnico ha rappresentato per molti anni uno dei principali fattori che contribuiscono alla crescita della produttività (Abramovitz, 1956 e Solow, 1957). In particolare, saranno analizzati gli effetti dell'innovazione sul mercato del lavoro.

La settima sezione introduce delle nozioni fondamentali in tema di innovazione ambientale. In particolare, la *curva di Kuznets ambientale* è considerata per identificare diverse fasi nell'evoluzione del processo innovativo di un paese. L'ipotesi di Porter rivela alcune caratteristiche notevoli dell'effetto della regolamentazione ambientale. Comunque, gli effetti positivi dell'innovazione ambientale potrebbero nascondere delle insidie nella strategia industriale delle imprese (*Pollution Heaven Hypothesis* nelle economie sviluppate).

L'ottava e ultima sezione presenta una rassegna delle principali politiche che a livello nazionale o internazionale potrebbero essere introdotte per incentivare il processo innovativo.

Capitolo 1

IL PROGRESSO TECNOLOGICO NELLA STORIA DEL PENSIERO ECONOMICO

Un punto ampiamente discusso nella teoria economica riguarda le caratteristiche che hanno consentito l'inizio della fase di *modernità economica* (Mokyr, 2010). Alcuni economisti ritengono che la crescita moderna inizi dopo il 1830 (Agion e Durlauf, 2005; Lucas, 2002). Altri economisti considerano la modernità economica in relazione alla crescente interdipendenza delle famiglie e imprese dovuta all'espansione dei mercati e dei fattori (Polanyi, 1944; Toynbee, 1884). Una terza prospettiva pone enfasi sulla natura dell'organizzazione industriale e vede la "fabbrica", basata sulla crescente concentrazione dei lavoratori, soggetti alla disciplina e al coordinamento, come la chiave essenziale della modernità economica (Mantoux, 1928; Weber, 1923). Comunque, queste interpretazioni non sono in grado di spiegare da soli i cambiamenti dovuti al miglioramento delle reti di trasporto, all'aumento dell'aspettativa di vita, all'urbanizzazione e, in generale, alle evoluzioni della qualità di vita senza considerare il progresso tecnologico associato alla rivoluzione industriale (Mokyr, 2010). Infatti, lo sviluppo più spettacolare nel mondo occidentale è stata l'introduzione di nuova tecnologia per i trasporti dopo il 1830 e nel 1860 c'è stata una rivoluzione nei tessuti, nei materiali e nell'energia, con effetti notevoli sul benessere: il forte calo dei tassi di mortalità e morbilità (Mokyr, 2010). Importanti sono anche gli sviluppi istituzionali per assicurare i diritti di proprietà e limitare il comportamento degli agenti di governo (Nord, 1990 e 1995). Per comprendere e interpretare gli eventi economici, è utile valorizzare le idee delle principali scuole del pensiero economico in tema di progresso tecnologico. Infatti, Snooks (1994) e Britnell (1996) ricordano una crescita anche prima del 1700.

Possiamo distinguere le principali scuole del pensiero economico in fase *pre-moderna* e in fase *moderna*. La prima fase riguarda il *Mercantilismo* e la *scuola Fisiocratica*. Il primo è stato prevalente tra il 1500 e il 1700 ed ha considerato il *surplus commerciale* (definito come la differenza tra le esportazioni ed importa-

zioni) come il principale obiettivo di ogni paese. A tal fine, assumono importanza le politiche che promuovono le esportazioni, come il protezionismo e i sussidi alle esportazioni (<https://www.treccani.it/enciclopedia/mercantilismo>). Un importante economista del *Mercantilismo* è Jean-Baptiste Colbert (1619-1683).

La *Fisiocrazia*, invece, è una scuola economica sviluppata in Francia tra il 1750 e il 1780. Le sue idee attribuivano molta importanza all'*agricoltura*, ritenuta unica fonte della ricchezza, in quanto l'industria provvede ad una trasformazione delle materie prime ottenute dal settore agricolo, mentre il commercio provvede alla fase della distribuzione del prodotto finito. Da qui la necessità di sostenere le politiche che possano favorire l'agricoltura (<https://www.treccani.it/enciclopedia/fisiocrazia>). L'economista che è stato impegnato nel processo di sistemazione razionale delle idee della scuola fisiocratica è François Quesnay (1694-1774).

La seconda fase di analisi delle scuole del pensiero economico è quella *moderna*. In questo caso, possiamo distinguere i contributi rilevanti della scuola *classica*, della scuola *marxista*, della scuola *neoclassica* e della scuola *keynesiana*.

La scuola classica parte con Smith (1776), che analizza le condizioni per il progresso del sistema economico dove gli individui sono guidati dal proprio interesse individuale (*mano invisibile*). Elementi importanti del processo produttivo sono la divisione e la specializzazione del lavoro. Lo Stato deve garantire la giustizia, la difesa e le opere pubbliche, ma non deve intervenire nel mercato perché esso raggiunge da solo il proprio equilibrio.

Malthus (1798) afferma che la crescita demografica conduce all'infertilità dei terreni fino all'arresto del sistema economico, perché la popolazione cresce in base ad una *progressione geometrica* mentre i generi alimentari crescono in base ad una *progressione aritmetica*. Quindi, l'economista ha trascurato l'impatto dell'innovazione tecnologica, ma anche se la crescita avuta con il progresso tecnologico ha consentito di sottovalutare le idee malthusiane, sono ancora concreti i problemi relativi alla scarsità delle risorse naturali e alla sovrappopolazione (Bacon, 1996; Mokyr, 2002). Pertanto, la tesi malthusiana ritiene che il miglioramento della qualità di vita non sia assicurato nel lungo periodo.

Un altro importante economista classico è Ricardo (1817), secondo cui il valore dei beni dipende dalla quantità di lavoro necessaria per realizzarli. Ricardo analizza il progresso tecnico per i suoi effetti sulle variazioni di prezzo e quindi sulla domanda dei beni sul mercato.

La scuola *Marxista* nasce con Marx (1867) che studia le condizioni endogene del sistema economico per giungere al processo di accumulazione del capitale, di sfruttamento della forza lavoro e alla disoccupazione.

Secondo la scuola *neoclassica*, tra fine Ottocento e inizi del Novecento, la tecnologia e la conoscenza non sono beni rivali, cioè condividendo non si ha meno, per cui il costo marginale sociale della condivisione è zero. La soluzione

ottimale è renderli accessibili a tutti coloro che ne sono capaci e disposti ad utilizzarli, dato che il prodotto marginale sociale è positivo. In queste condizioni, gli investimenti in innovazione non sono incentivati a causa del costo e del rischio e i brevetti possono rappresentare un utile incentivo economico per l'iniziativa privata (Rosenberg, 1996; Mokyr, 2010).

Joseph Schumpeter (1883-1950) è l'economista che abbia contribuito maggiormente alla teoria economica sullo *sviluppo*. Schumpeter (1937) ha esplorato come il sistema economico genera il cambiamento economico, ma soprattutto che tale cambiamento si concretizza attraverso forze endogene. In particolare, Schumpeter critica l'economista Walras (2003), secondo cui la teoria economica sia in grado di analizzare solo un processo stazionario: In base a questo principio, gli economisti non possono influenzare i fattori che determinano il cambiamento nel tempo, ma devono soltanto conoscerli. Quindi, Schumpeter identifica un modello teorico del processo economico che non si basa solo su fattori esterni che guidano il sistema economico da un equilibrio all'altro, ma anche in grado di spiegare come il sistema economico possa influenzare il processo di trasformazione (Hall e Rosenberg, 2010; Mokyr, 2010). Tale analisi non è presente nel contesto teorico dell'equilibrio neoclassico.

Infine, è da annoverare tra le scuole di pensiero economico, il contributo fondamentale dell'economista John Maynard Keynes (1883-1946). Keynes (1936) ha rivoluzionato la teoria economica della scuola neoclassica. In particolare, Keynes critica la legge degli sbocchi dell'economista classico Say (1767-1832), secondo cui ogni livello di produzione può avere sbocco sul mercato in quanto assorbito dalla domanda. Keynes (1936) invece ritiene che la produzione dipenda dalla domanda. Se gli investimenti sono incerti in quanto dipendenti dalle decisioni degli imprenditori (*animal spirits*) e i consumi sono bassi a causa di una poco efficiente distribuzione dei redditi, allora la domanda può effettivamente essere inferiore alla produzione conducendo alla disoccupazione involontaria (*povertà nell'abbondanza*), una contraddizione del sistema capitalistico. In tale contesto, Keynes ritiene che lo Stato debba intervenire in economia per sostenere la domanda insufficiente e tentare di garantire la piena occupazione.

Capitolo 2

NOZIONI FONDAMENTALI DELL'INNOVAZIONE

Possiamo definire l'*Economia dell'Innovazione* come una branca dell'Economia che ha come obiettivo quello di analizzare la natura, le caratteristiche, le determinanti e le conseguenze del processo di innovazione e della sua diffusione nel sistema economico (Malerba, 2001). Un'importante distinzione è fatta tra invenzione ed innovazione: Invenzione è quando si introduce l'idea di un nuovo prodotto o processo; Innovazione è la commercializzazione dell'idea. In molti casi, esiste un significativo ritardo temporale tra i due eventi (Rogers, 1995). Le invenzioni possono essere eseguite dovunque, ad esempio, nelle università, mentre le innovazioni si verificano essenzialmente nelle imprese in ambito commerciale. Per trasformare l'invenzione in innovazione, l'impresa deve combinare diversi tipi di conoscenza, capacità, competenze e risorse. Inoltre, l'invenzione e l'innovazione sono un processo continuo. Infatti, Kline e Rosenberg (1986) evidenziano che *“è un serio errore trattare un'innovazione come se fosse un ben definito, omogeneo evento che potrebbe essere identificato come introdotto in economia in una data precisa oppure disponibile in un preciso istante di tempo ... Il fatto è che le più importanti innovazioni attraversano drastici cambiamenti nella loro vita, cambiamenti che possono, e spesso fanno, totalmente trasformare il loro significato economico. I successivi miglioramenti in un'invenzione dopo la sua prima introduzione possono essere più importante, economicamente, della iniziale disponibilità dell'invenzione nella sua forma iniziale”*.

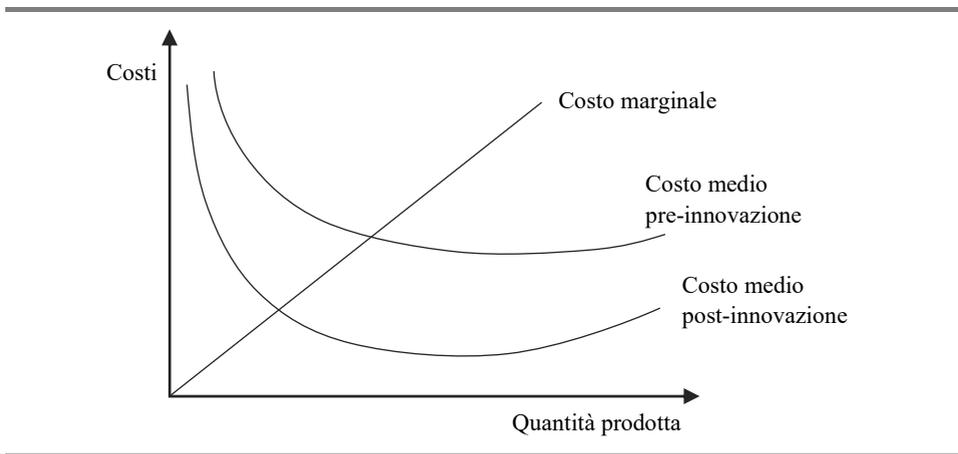
Le innovazioni possono essere classificate secondo il “tipo”. Schumpeter (1937) distingue tra 5 diversi tipi: nuovi prodotti, nuovi metodi di produzioni, nuove fonti di offerta, esplorazione di nuovi mercati e nuovi modi di organizzare l'attività economica. Comunque, in ambito economico sono considerati fondamentalmente i primi due tipi.

Consideriamo quattro diversi tipi di innovazione di processo e gli effetti sulle curve dei costi:

- 1) una riduzione nei costi fissi, con costi marginali inalterati;
- 2) una riduzione nei costi marginali, con costi fissi inalterati;
- 3) una riduzione nei costi marginali accompagnati da un aumento nei costi fissi.

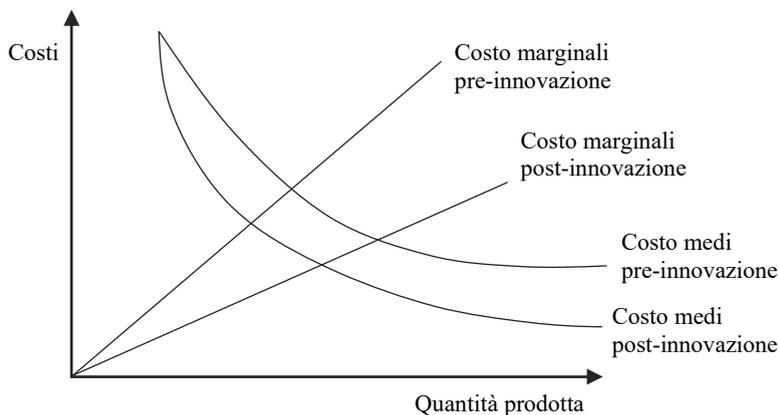
Nel primo caso, l'introduzione dell'innovazione sposta verso il basso la curva dei costi fissi. Dato che la curva dei costi marginali interseca la curva dei costi medi nel suo punto di minimo, possiamo dire che l'innovazione di processo riduce l'economia di scala (Figura 2.1).

Figura 2.1



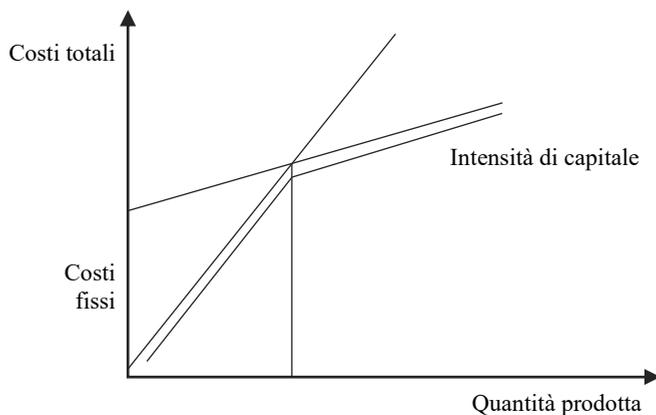
Nel secondo caso, l'innovazione sposta verso il basso la curva dei costi marginali e di conseguenza anche la curva dei costi medi. In questo caso, l'innovazione aumenta l'economia di scala (Figura 2.2).

Figura 2.2



Nel terzo caso, si tratta di esempi in cui l'innovazione sostituisce processi di produzione basati sul lavoro (più sensibili ai costi variabili) con forme di produzione basati sul capitale (più sensibili ai costi fissi). Livelli di produzione bassi rendono i processi di produzione basati sul lavoro più efficienti, mentre livelli di produzione elevati rendono più efficienti quelli basati sul capitale (Figura 2.3).

Figura 2.3



Un'innovazione è *Hicks-neutral* se l'innovazione aumenta la produttività marginale del lavoro (L) e del capitale nella stessa proporzione (Hicks, 1932):

$$Y = \phi(T)F[K, L] \quad (2.1)$$

Dove Y è l'output, e T è una variabile che misura lo stato della tecnologia.

Un'innovazione è *Harrod-neutral* se il progresso tecnologico è labour-augmenting, cioè agisce per aumentare l'output nello stesso modo come un aumento nel lavoro (Harrod, 1942):

$$Y = F[K, \lambda(T)L] \quad (2.2)$$

Infine, un'innovazione è *Solow-neutral* se il progresso tecnologico è capital-augmenting, cioè agisce per aumentare l'output nello stesso modo come un aumento nel capitale (Solow, 1969):

$$Y = F[k(T)K, L] \quad (2.3)$$

Schmookler (1966) distingue tra 'tecnologia di prodotto' e 'tecnologia di produzione': il primo si riferisce alla conoscenza per creare e migliorare prodotti, mentre il secondo si riferisce alla conoscenza per produrli. Edquist e altri (2001) suggeriscono di dividere la categoria dell'innovazione di processo in 'innovazioni di processo tecnologico', relativo a nuovi macchinari, e 'innovazioni di processo organizzativo' relativo a nuove modalità di organizzare il lavoro. Comunque, le innovazioni organizzative non si limitano a nuove modalità di organizzare il processo di produzione nell'ambito di un'impresa. L'innovazione organizzativa include anche la riorganizzazione di intere industrie. Un altro approccio di classificare le innovazioni è di valutare come sono radicali rispetto a quelle esistenti (Freeman e Soete, 1997). Da questa prospettiva, continui miglioramenti sono caratterizzati come innovazioni 'incrementali' o 'marginali', rispetto a innovazioni 'radicali'. Schumpeter attribuisce una forte importanza sulle innovazioni radicali, ma è ampiamente riconosciuto che l'impatto cumulativo delle innovazioni incrementali è comunque grande e ignorarle significherebbe giungere ad una visione distorta del cambiamento economico e sociale nel lungo periodo (Lundvall e altri, 1992). Altri aspetti di notevole importanza nell'analisi economica dell'innovazione sono la diffusione della conoscenza, il trasferimento tecnologico e la capacità di assorbimento. Se l'impresa A introduce per la prima volta un'innovazione particolare in un contesto mentre più tardi l'impresa B introduce la stessa innovazione in un altro contesto, sulla base del lavoro di Schumpeter, potremmo definire A 'innovatore' e B "imitatore". C'è differenza tra commercializzare qualcosa per la prima volta e copiarlo e introdurlo in un contesto differente. In questo ultimo caso esiste una forte dose di comportamento imitativo o "trasferimento tecnologico" e può essere classificato imitazione. Comunque, ciò non esclude la possibilità che l'imitazione può condurre a nuove innovazioni. Infatti, introdurre qualcosa in un nuovo contesto spesso implica un forte lavoro di adattamento (innovazioni marginale) che può significati-

vamente aumentare la produttività e la competitività (Kline e Rosenberg, 1986). Quindi, l'attività svolta in un'impresa può produrre importanti effetti nella sfera economica di altre imprese. La conoscenza accumulata dall'impresa si trasferisce ad altre imprese: in questo caso, definiamo *spillovers* o esternalità, gli effetti citati (Griliches, 1979; Aldieri, 2011 e 2013). L'intensità del trasferimento tecnologico dipende dalla capacità di assorbimento delle altre imprese beneficiarie dell'attività di innovazione dell'impresa fonte. La capacità di assorbimento è la capacità di individuare, assimilare e sfruttare economicamente le innovazioni altrui (Cohen e Levinthal, 1989 e 1990).

Capitolo 3

LE FONTI DELL'INNOVAZIONE

3.1. *Introduzione*

È difficile quantificare e misurare l'innovazione. Esistono indicatori relativi alle fonti e ai risultati dell'innovazione con un certo grado di comparabilità internazionale. Misurare implica confrontare qualitativamente due entità simili e verificare in termini quantitativi. Ma un problema è che l'innovazione è, per definizione, novità. L'innovazione è la creazione di qualcosa qualitativamente nuovo, sulla base di processi di apprendimento e costruzione della conoscenza. Ci sono tre rilevanti tipi di indicatori nell'analisi dell'innovazione: i dati sugli investimenti in attività di Ricerca & Sviluppo (R&S); i dati sulla richiesta di brevetti e di citazioni di brevetti esistenti; i dati bibliometrici, che riguardano le pubblicazioni scientifiche.

Oltre questi indicatori, ci sono altre tre classi importanti di indicatori: indicatori tecnometrici, relativi ai risultati tecnici dei prodotti (Saviotti, 1996 e 2001); indicatori sintetici sviluppati da consulenti (World Economic Forum, 2003); anche dati su specifici argomenti sviluppati come strumenti di ricerca (OECD, 2001).

3.2. *R&S*

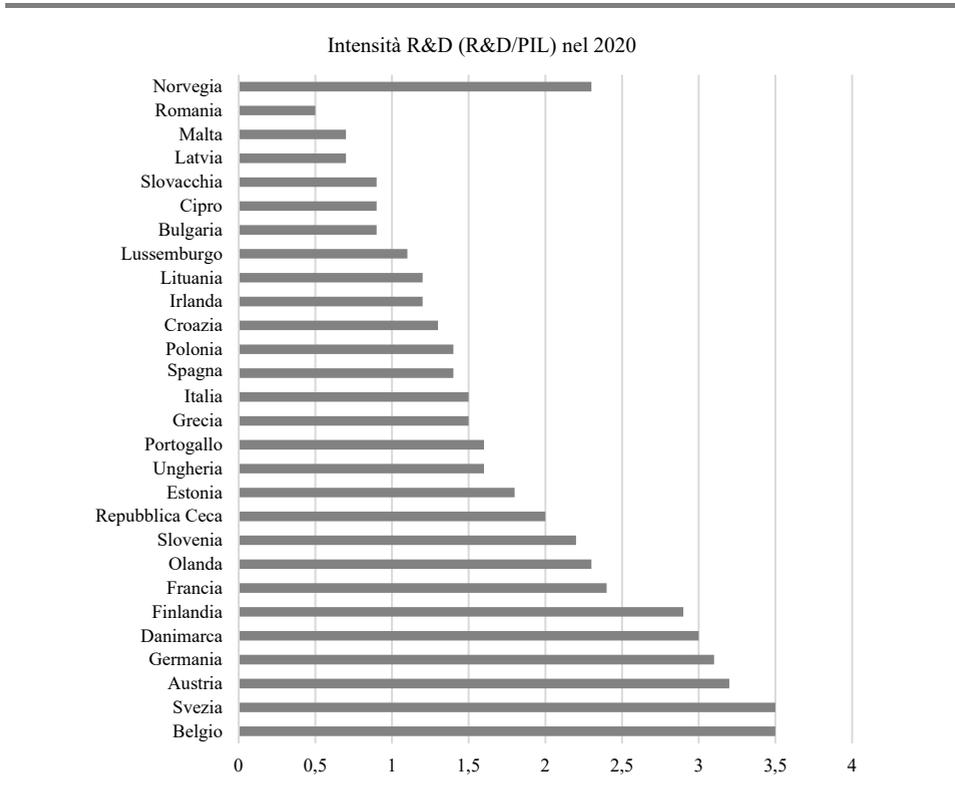
Il documento chiave dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) per la raccolta delle statistiche di R&S è lo *Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development*, conosciuto come Manuale di Frascati. La prima edizione è stata il risultato di una riunione dell'OCSE di esperti nazionali di statistica tenutasi a Frascati, in Italia, nel 1963. Il manuale è stato continuamente monitorato e modificato nel corso del tempo. Il Manuale definisce la R&S come la produzione di nuova conoscenza e

per realizzare nuove applicazioni pratiche della conoscenza esistente. La R&S è concepita come la copertura di tre attività: *ricerca di base*, *ricerca applicata* e *sviluppo sperimentale*. Queste categorie si distinguono in base alla loro applicazione. Spesso è difficile tracciare la linea di demarcazione tra ciò che dovrebbe essere considerato R&S e ciò che dovrebbe essere escluso. Il criterio base per distinguere la R&S dalle attività correlate è la presenza nella R&S di un apprezzabile elemento di novità e la risoluzione di incertezza tecnologica e/o scientifica (OECD, 2002). L'istruzione e la formazione in generale non sono conteggiate come R&S. Sono escluse le ricerche di mercato. Ci sono anche molte altre attività con una base scientifica tecnologica che vengono distinte dalla R&S: attività industriali legate all'innovazione come l'acquisizione di prodotti e licenze, la progettazione del prodotto, la produzione di prova, l'acquisizione di attrezzature e macchinari relativi alle innovazioni di prodotto o processo. La R&S è classificata di solito in base a diversi criteri e i dati sono raccolti in maniera dettagliata. Al di là della distinzione tra ricerca di base, ricerca applicata e sviluppo, i dati sono classificati in base all'attività: impresa e governo. Le relative fonti di finanziamento si distinguono in nazionali e internazionali. Inoltre, c'è la classificazione per obiettivi socio-economici e per campi di ricerca. Di solito, queste classificazioni sono ignorate dai ricercatori, che concentrano la propria attenzione sulla spesa lorda, a livello di settore o di paese. I dati di R&S sono sempre vincolati come indicatore di innovazione dal fatto che misurano solo un input (Kleinknecht *et al.*, 2002). Comunque, la R&S presenta anche vantaggi fondamentali: il lungo periodo durante il quale è stato raccolto, le sotto-classificazioni dettagliate disponibili in molti paesi e l'armonizzazione relativamente buona tra paesi. Purtroppo, la maggior parte della letteratura ha cercato di associare misure aggregate di R&D ad una certa misura della produttività (Griffith, Redding e Van Reenen, 2000). In Figura 3.1, mostriamo il livello di intensità in R&D dei paesi europei¹.

Nel 2020, si evidenzia un livello medio di intensità europea in Europa del 2.3%, con i livelli più alti in Belgio e Svezia.

¹ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211129-2>.

Figura 3.1



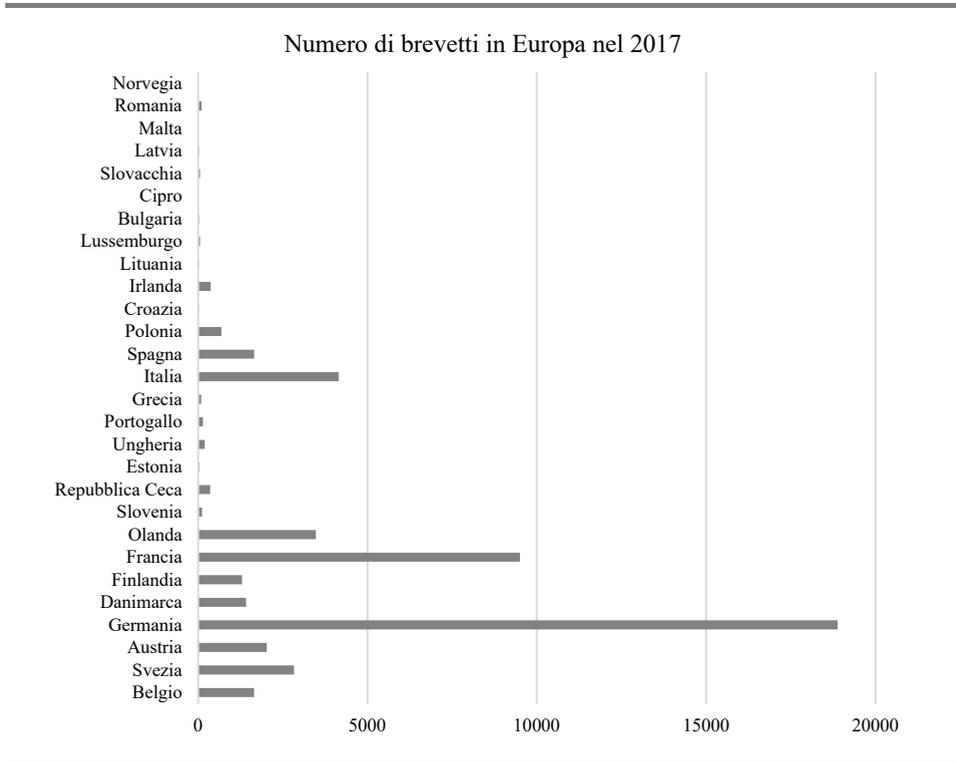
3.3. I dati su brevetti

Un brevetto è un contratto tra l'inventore e un governo che concede per un certo tempo i diritti in esclusiva al richiedente per l'uso di un'invenzione tecnica (Iversen, 1998). Si cercano di soddisfare due esigenze: da un lato occorre incentivare, attraverso la possibilità di sfruttare il diritto di utilizzare la nuova idea in esclusiva, l'inventore ad introdurre innovazioni al fine di assicurare la crescita del paese; dall'altro, il brevetto deve avere una scadenza limitata nel tempo, in modo da tutelare la collettività a beneficiare della diffusione della conoscenza dopo un certo lasso di tempo. La concessione del brevetto si basa sulla valutazione della novità dell'idea e la sua potenziale utilità. Di solito, l'informazione principalmente utilizzata dagli economisti è relativa al numero di brevetti, numero di brevetti emessi a tempi differenti, in paesi differenti, e a diversi tipi di

inventori. Ma il brevetto fornisce altre importanti informazioni: il nome e l'indirizzo degli inventori, il nome dell'organizzazione a cui è stato concesso il brevetto, le classi tecnologiche assegnate dal valutatore, le citazioni a precedenti brevetti, la descrizione dell'invenzione coperta dal brevetto. Quindi, è possibile studiare la distribuzione geografica di particolari invenzioni e investigare le relazioni tra brevetti citanti e citati. Purtroppo, la debolezza dell'analisi su brevetti è che non tutte le idee sono brevettate. La maggior parte delle imprese con brevetti riguarda le grandi imprese Internazionali; quindi, sono trascurate le piccole e medie imprese che rappresentano la spina dorsale nel sistema industriale di molti paesi. Inoltre, ci sono diversi Uffici che gestiscono la competenza territoriale del brevetto: come in Europa (European Patent Office, EPO); negli Stati Uniti (United States Patent and Trademark Office, USPTO) e Cina (China National Intellectual Property Administration, CNIPA). Le regole di funzionamento degli Uffici sono diverse e quindi si potrebbero evidenziare effetti economici diversi. Comunque, in letteratura ci sono studi che dimostrano la robustezza dei risultati basati su dati di brevetti relativi ad Uffici diversi (Aldieri, 2013). In Figura 3.2, il numero di brevetti in Europa nel 2017. Come possiamo osservare i paesi, con maggior output di innovazione in termini di brevetti, sono Germania, Francia ed Italia².

² https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/pat_ep_ntot/default/table?lang=en.

Figura 3.2



3.4. Approcci empirici per valutare l'impatto dell'innovazione

Diversi approcci sono stati adottati nel tentativo di stimare l'effetto dell'innovazione. Il metodo più utilizzato è quello di introdurre la misura della conoscenza in una funzione di produzione standard (Griliches, 1979) a livello di impresa o a livello più aggregato (industria, regione o paese), con l'obiettivo di determinare l'impatto della spesa in ricerca e sviluppo sulla produttività totale dei fattori.

Secondo Griliches (1979), esiste una relazione tra il valore attuale della conoscenza tecnologica k e un indice delle spese in ricerca e sviluppo presente e passato $W(B)R$ dove $W(B)$ è un polinomio per i ritardi temporali, che descrive il contributo relativo dei livelli di ricerca e sviluppo a k , e B l'operatore ritardo.

Quindi, $k = G [W(B)R, v]$ dove v è un insieme di fattori non misurati che influenzano il livello accumulato di conoscenza e $W(B)R_t = (w_0 + w_1B + w_2B^2 + \dots)R_t = w_0R_t + w_1R_{t-1} + w_2R_{t-2} + \dots$

Considerando una forma funzionale Cobb-Douglas, Griliches (1979) assume che i fattori non misurati v possono essere considerati casuali dopo l'introduzione della variabile tempo nell'equazione per rappresentare la componente sistematica: $Y = DC^\alpha L^\beta K^\gamma e^{\lambda t + v}$ dove Y è la produzione, D è una costante, t è la variabile temporale, e è la base del logaritmo naturale e α , β , γ e λ sono alcuni parametri interessati nel processo di stima.

Riferendoci alle spese di ricerca e sviluppo industriale, possiamo scrivere: $k_t = a_0[W(B)R_t]^\eta e^{\mu t + v}$ dove $W(B)R$ è una funzione di ritardo degli investimenti di ricerca e sviluppo passati, μ è una componente di trend degli altri fattori sullo stato di conoscenza, e v è la componente transitoria casuale.

Sostituendo queste espressioni nella formula della funzione di produzione, possiamo assorbire η nel parametro γ della funzione di produzione, la componente di trend μ nel termine di trend di efficienza generale λ e il termine v nel termine di residuo generale.

Griliches (1979) presenta un semplice modello per valutare l'impatto delle externalità da R&D: $Y_i = BX_i^{1-\gamma} k_i^\gamma k_a^\mu$ dove Y_i è la produzione dell'impresa i che dipende da inputs convenzionali X_i , lo stock di conoscenza k_i e dallo stato aggregato del capitale di conoscenza nell'industria k_a .

Assumendo rendimenti di scala costanti negli inputs dell'impresa, il livello aggregato del capitale di conoscenza $k_a = \sum_i k_i$ è la somma dei livelli di capitale di ricerca e sviluppo di tutte le imprese e le proprie risorse sono allocate ottimamente e tutte le imprese nell'industria fronteggiano gli stessi prezzi dei fattori.

Allora, $\frac{k_i}{X_i} = \frac{\gamma}{1-\gamma} \frac{P_x}{P_k} = r$ dove P_x e P_k sono i prezzi di X e k rispettivamente

e r non dipende da i .

Possiamo aggregare le funzioni di produzione individuali:

$$\sum Y_i = \sum BX_i (k_i/X_i)^\gamma k_a^\mu = \sum BX_i r^\gamma k_a^\mu = Br^\gamma k_a^\mu \sum X_i.$$

Dato che k_i/X_i è uguale a r , anche $\sum k_i/\sum X_i$ che possiamo sostituire nell'equazione:

$$\sum Y_i = B (\sum k_i/\sum X_i)^\gamma k_a^\mu \sum X_i = B (\sum X_i)^{1-\gamma} k_a^{\mu+\gamma} \quad \text{dove per assunzione } \sum k_i = k_a.$$

Quindi, otteniamo una funzione di produzione aggregata con il coefficiente del capitale di conoscenza aggregato ($\gamma + \mu$) più alto del livello micro (solo γ), poiché a livello aggregato esso riflette non solo il privato ma anche i rendimenti sociali dell'investimento in ricerca e sviluppo.

Da una prospettiva empirica abbiamo che:

$$\ln Y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \beta_1 \ln C_{it} + \beta_2 \ln k_{it} + \beta_3 \ln L_{it} + \gamma \ln X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.1)$$

dove:

- \ln è il logaritmo naturale;
- L è il numero di occupati;
- K è lo stock di ricerca e sviluppo;
- Y è il valore aggiunto;
- C è lo stock di capitale fisico;
- α è l'effetto specifico dell'impresa;
- λ è un insieme di variabili dummy temporali;
- X è il vettore delle componenti delle esternalità;
- γ è il vettore dei parametri associati;
- ε è il termine di disturbo o componente stocastica;
- i è l'indice che si riferisce all'impresa;
- t è l'indice che si riferisce al tempo.

L'errore di stima imposto dall'uso del fatturato invece del valore aggiunto, se non disponibile, come proxy per la produzione sarà considerato dal termine costante se le spese sono una proporzione fissa delle vendite.

Questa assunzione sarà valida in un modello di dati panel dove impieghiamo un modello con effetti fissi delle imprese.

Fino a che la variazione nella frazione di vendite in materiali e energia è un effetto fisso industriale o regionale, questa assunzione dovrebbe essere ragionevole nella cross-section attraverso l'uso di variabili dummy specifiche per l'industria o lo stato.

Dato che la specificazione Cobb-Douglas è alquanto restrittiva in quanto richiede che l'elasticità di sostituzione tra fattori sia pari all'unità, Aiello e Cardamone (2008) adottano una funzione di produzione trans logaritmica.

Questa è una generalizzazione della Cobb-Douglas e consente di determinare la complementarità o la sostituibilità tra inputs privati (lavoro, capitale fisico, capitale umano e capitale tecnologico).

La funzione di produzione logaritmica trascendentale può essere così formulata:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \alpha_i + \alpha_L \ln L_{it} + \alpha_K \ln K_{it} + \alpha_C \ln C_{it} + \alpha_X \ln X_{it} + \frac{1}{2} \beta_{LL} (\ln L_{it})^2 + \\ & \frac{1}{2} \beta_{KK} (\ln K_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{CC} (\ln C_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{XX} (\ln X_{it})^2 + \beta_{LK} \ln L_{it} \ln K_{it} + \\ & \beta_{LC} \ln L_{it} \ln C_{it} + \beta_{LX} \ln L_{it} \ln X_{it} + \beta_{KC} \ln K_{it} \ln C_{it} + \beta_{KX} \ln K_{it} \ln X_{it} + \\ & \beta_{CX} \ln C_{it} \ln X_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (3.2)$$

dove:

- Y è il valore aggiunto;
- L è il numero di lavoratori;
- K è il capitale tecnologico;
- C è il capitale fisico;
- X è lo stock di esternalità delle spese in ricerca e sviluppo;
- i è l'indice relativo alle imprese;
- t è l'indice relativo al tempo;
- ε è una variabile white noise.

Secondo Berndt e Christensen (1973) e May e Denny (1979), l'equazione (3.2) può essere stimata con un insieme di equazioni relative alle quote dei costi.

Infatti, il sistema di equazioni consente di utilizzare informazioni addizionali senza aumentare il numero di parametri da stimare (Antonioli, Fazioli, Filippini 2000).

Questa procedura migliora l'efficienza di stima e riduce la distorsione da multicollinearità (Feser, 2004; Goel, 2002).

Sotto l'assunzione di rendimenti di scala costanti le quote di costi del lavoro, capitale fisico, capitale tecnologico e di esternalità, Q_L , Q_K , Q_C , Q_X rispettivamente sono come segue:

$$Q_{L, it} = \alpha_L + \beta_{LL} \ln L_{it} + \beta_{LK} \ln K_{it} + \beta_{LC} \ln C_{it} + \beta_{LX} \ln X_{it} + u_{L, it} \quad (3.3)$$

$$Q_{K, it} = \alpha_K + \beta_{LK} \ln L_{it} + \beta_{KK} \ln K_{it} + \beta_{KC} \ln C_{it} + \beta_{KX} \ln X_{it} + u_{K, it} \quad (3.4)$$

$$Q_{C, it} = \alpha_C + \beta_{LC} \ln L_{it} + \beta_{KC} \ln K_{it} + \beta_{CC} \ln C_{it} + \beta_{CX} \ln X_{it} + u_{C, it} \quad (3.5)$$

$$Q_{X, it} = \alpha_X + \beta_{LX} \ln L_{it} + \beta_{KX} \ln K_{it} + \beta_{CX} \ln C_{it} + \beta_{XX} \ln X_{it} + u_{X, it} \quad (3.6)$$

Da un punto di vista empirico, il precedente sistema è stimato con lo stimatore dei 3 Minimi Quadrati Ordinari (3SLS).

Come detto in precedenza, l'impiego della funzione di produzione translog consente di considerare il grado di sostituibilità/complementarietà tra inputs.

Infatti, possiamo considerare l'elasticità di sostituzione proposta da Morishima (1967), che è una misura di come il rapporto tra fattori reagisce al prezzo.

Quindi, due fattori produttivi sono sostituiti (complementari) quando l'elasticità di Morishima (che non è simmetrica) è positiva (negativa).

Una potenziale fonte di distorsione nella stima delle esternalità innovative dalla funzione di produzione è la 'simultaneità' nella scelta di produzione e risorse (Griliches e Mairesse, 1984).

In caso di assenza di dati sui prezzi dei fattori produttivi, come ad esempio in presenza dei dati a livello di imprese, una forma semi-ridotta può essere stimata dove il lavoro, i materiali e la produzione sono impiegati come funzioni dei fattori fissi, capitale e spese in Ricerca e Sviluppo.

Se le variabili dei prezzi dei fattori produttivi non-osservati non sono correlate con le variabili del capitale, potremmo ottenere stime distorte.

Questa assunzione è più probabile che si realizzi nel metodo 'within' rispetto alla regressione totale o 'cross-section'.

Un'altra possibilità per trattare la simultaneità è di utilizzare la 'variabile strumentale' o le tecniche del 'metodo dei momenti generalizzati (GMM)', sfruttando l'ortogonalità tra strumenti e termini di errore.

Nei modelli 'panel', il GMM in differenze prime di solito è percepito come il migliore. In particolare, è utile per modelli di regressione lineare autoregressivi stimati da campioni brevi in presenza di effetti (fissi) non variabili nel tempo specifici all'individuo non osservati.

Nello stimatore GMM in differenze prime lineare standard impieghiamo i ritardi $t - 2$ e più lunghi come strumenti per le equazioni in differenze prime (Arellano e Bond, 1991).

Questo produce una stima consistente di α con $N \Rightarrow \infty$ e T è fisso.

Comunque, lo stimatore GMM in differenze prime è stato considerato distorto e poco preciso, in un caso importante.

Questo accade quando i livelli ritardati delle serie sono debolmente correlati con le successive differenze prime, così gli strumenti disponibili per le equazioni in differenze prime sono deboli (Blundell e Bond, 1998): quando il parametro autoregressivo tende all'unità, oppure quando la varianza degli effetti individuali aumenta rispetto alla varianza degli shocks.

I risultati delle simulazioni riportate in Blundell e Bond (1998) mostrano che lo stimatore GMM in differenze prime può essere soggetto a una distorsione verso il basso, particolarmente quando il numero dei periodi di tempo disponibili è piccolo.

Ciò suggerisce cautela prima di interpretare le stime basate su questi modelli. L'inclusione dei valori correnti e passati di questi regressori nell'insieme degli strumenti, migliorerà l'andamento dello stimatore GMM in differenze prime.

Un semplice metodo per verificare la distorsione da campione finito è quello di paragonare i risultati del GMM in differenze prime a stime alternative del parametro autoregressivo.

Sappiamo che la procedura dei minimi quadrati ordinari (OLS) in livelli fornisce una stima distorta verso l'alto del parametro autoregressivo in presenza di effetti specifici individuali (Hsiao, 1986) e che lo stimatore 'within group' fornisce una sua stima che è distorta verso il basso nei panel brevi (Nickell, 1981).

Quindi, una stima consistente può essere attesa tra OLS in livelli e le stime Within Group.