

# Fonti, appropriabilità e direzioni del cambiamento tecnologico: Stati Uniti e Italia \*

ALBERTO HEIMLER - FRANCO MALERBA - PIETRO PERETTO

## 1. Introduzione

Negli ultimi anni, la teoria economica del progresso tecnologico ha sviluppato nuove prospettive in riferimento alle fonti, alle forme e alle procedure dell'innovazione tecnologica. In particolare sono stati identificati tre elementi fondamentali dell'attività innovativa: insieme delle conoscenze (cioè i fondamenti scientifici e tecnologici e le fonti dell'innovazione sia interne che esterne all'industria), i diversi strumenti di appropriazione dei benefici derivanti dall'innovazione e le direzioni innovative perseguite dalle imprese.

Il concetto di insieme delle conoscenze scientifiche e tecnologiche implica l'idea che il progresso tecnico in un settore sia basato su specifici insiemi e combinazioni di discipline applicate e di base, come la fisica, la chimica, la ricerca operativa o l'ingegneria elettronica. La rilevanza e il numero di queste discipline influenzano il tasso e la direzione dello sviluppo tecnologico in modo complesso e interattivo (Rosenberg, 1982; Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1988).

- 
- Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato, Roma.  
Università Commerciale L. Bocconi, Milano.  
Yale University, New Haven, Ct. (USA).

\* Desideriamo ringraziare Richard Levin e Richard Nelson per aver consentito l'utilizzo dei dati dell'indagine di Levin-Klevorick-Nelson-Winter sulle condizioni di opportunità e appropriabilità delle spese in ricerca scientifica (R&S), e la Confindustria per aver consentito l'utilizzo dei risultati dell'indagine sulle spese in R&S sostenute dall'industria nel periodo 1987-1989. Questa ricerca ha ricevuto il sostegno finanziario da parte del CNR.

Inoltre il progresso tecnologico può derivare da diverse fonti: interne all'impresa (come la R&S), esterne all'impresa ma interne all'industria (come le altre imprese dell'industria) ed esterne all'industria (come fornitori, utilizzatori e università). Tutte queste fonti di sapere influenzano in diversi modi la velocità e la direzione del cambiamento tecnologico nelle diverse industrie (Nelson e Winter, 1982; Kline e Rosenberg, 1986).

Il concetto di appropriabilità si riferisce ai diversi strumenti utilizzati dalle imprese per proteggere le loro innovazioni e le loro conoscenze proprietarie dagli imitatori, in modo da garantirsi un flusso futuro di profitti. Questi strumenti vanno dai brevetti alla segretezza, ai tempi di vantaggio, ai continui miglioramenti delle innovazioni iniziali (Levin *et al.*, 1987).

Infine, per ciò che riguarda le traiettorie tecnologiche, Dosi (1982) ha suggerito che in ogni settore le imprese seguono specifiche traiettorie in relazione alle differenti condizioni di opportunità e appropriabilità che caratterizzano la tecnologia, mentre Nelson e Winter (1982) hanno introdotto il concetto di traiettorie naturali. Le due idee sono concettualmente ed empiricamente differenti. La prima fa riferimento a uno specifico settore o a una singola tecnologia, come quella dei *transistor* e dei circuiti integrati nel settore dei semiconduttori o quella dei vecchi prodotti farmaceutici basati sulla chimica e dei nuovi prodotti basati sulle biotecnologie. La nozione di traiettorie naturali fa riferimento alle direzioni del progresso tecnologico incrementale che possono essere comuni a più di un settore. Alcune di queste traiettorie sono legate a innovazioni di processo, quali la meccanizzazione o le variazioni nella scala della produzione, altre sono legate a innovazione di prodotto, come i miglioramenti nella *performance* dei prodotti (per un'analisi di questi elementi si rimanda a Malerba, 1992).

L'ipotesi principale avanzata in questo lavoro è che ogni specifica industria sia caratterizzata da un insieme di imperativi tecnologici e strumenti di appropriabilità simili nei diversi paesi, ma che esistano fattori specifici di ogni paese legati ai diversi sistemi innovativi nazionali che influenzano le modalità attraverso le quali ha origine il progresso tecnologico e le direzioni dell'innovazione incrementale.

In accordo con questa distinzione, si dovrebbero riscontrare notevoli omogeneità tra paesi nell'insieme delle conoscenze scientifiche e tecnologiche sottese al processo innovativo. Più precisamente si ritiene che le discipline scientifiche rilevanti per le decisioni e le

procedure innovative in una specifica industria di un dato paese non dipendano dalla posizione relativa del paese in termini di capacità tecnologiche e scientifiche. Ogni tecnologia, infatti, è caratterizzata da una specifica base tecnologica e da uno specifico paradigma tecnologico, che insieme definiscono opportunità e vincoli entro i quali le imprese dei diversi paesi si trovano a operare.

I meccanismi legati agli effetti-paese e ai sistemi innovativi nazionali sono più complessi e meno evidenti. I divari di competenze e capacità innovative tra paesi, i fattori istituzionali legati alle specifiche caratteristiche di un sistema innovativo nazionale, le caratteristiche della domanda che si rivolge alle imprese e le dimensioni del paese dovrebbero presentare un ruolo rilevante nel determinare le fonti dell'innovazione e i comportamenti innovativi delle imprese. Di conseguenza questi fattori sono responsabili delle differenze tra paesi nella scelta dei canali di origine del cambiamento tecnologico e nelle traiettorie dell'innovazione incrementale.

Questo studio analizza i casi dell'Italia e degli Stati Uniti. In Italia, seguendo l'indagine di Levin *et al.* (indagine di Yale) sull'industria manifatturiera americana, la Confindustria ha realizzato un'analoga indagine sulle caratteristiche delle condizioni di opportunità e appropriabilità (Confindustria 1989). Il presente lavoro ha utilizzato i risultati di entrambe le indagini per costruire un nuovo *data set*. Dopo aver verificato la comparabilità dei dati, sono stati condotti test esplorativi sulle differenze tra i due paesi in relazione all'insieme delle conoscenze, alle origini e alle direzioni dell'attività innovativa e agli strumenti di appropriabilità.

Nella sezione 2 prendiamo in esame le differenze nelle principali caratteristiche della struttura industriale dei due paesi tenendo in considerazione l'intensità della R&S e la *performance* internazionale; nella sezione 3 presentiamo le caratteristiche principali delle indagini di Yale e della Confindustria e i relativi *data set*; nella sezione 4 discutiamo i risultati.

## 2. L'Italia e gli Stati Uniti: due paesi diversi

L'esistenza di due indagini simili condotte in due paesi diversi consente di confrontare le modalità di esercizio dell'attività innovativa in due ambienti differenti. In questa sezione vengono descritte

due rilevanti caratteristiche dell'industria manifatturiera nei due paesi: la composizione settoriale della produzione e l'attività di ricerca scientifica (R&S).

L'industria manifatturiera italiana e quella americana presentano importanti differenze strutturali. Gli Stati Uniti sono caratterizzati da una struttura industriale con una significativa presenza di grandi imprese; le imprese italiane invece sono molto più piccole e la dimensione media degli stabilimenti italiani è la più piccola in Europa. Inoltre la composizione settoriale della produzione industriale italiana è rimasta relativamente stabile negli ultimi 15 anni. L'importanza relativa dei settori tradizionali (tessile e abbigliamento, calzature e arredamento) non è diminuita così fortemente come negli Stati Uniti. Tuttavia, negli ultimi anni, l'industria metalmeccanica italiana ha conosciuto uno sviluppo della produzione senza precedenti e diverse imprese italiane sono divenute *leader* a livello europeo nella produzione di macchinari e impianti. Contrariamente a quanto avviene negli Stati Uniti comunque la rilevanza delle produzioni ad alto contenuto tecnologico resta piuttosto limitata.

Questi due elementi di differenziazione sono coerenti con gli indicatori di competitività internazionale e con gli andamenti degli investimenti in R&S. La tavola 1 mostra la differente *performance* di

TAVOLA 1

## RAPPORTO TRA ESPORTAZIONI E IMPORTAZIONI IN ALCUNE INDUSTRIE

	Anno	Italia	USA
Prodotti aerospaziali	1983	1,37	4,26
	1987	1,19	2,89
Prodotti elettronici	1983	1,17	0,68
	1987	0,82	0,45
Macchine per ufficio e computer	1983	0,89	1,79
	1987	0,70	1,04
Prodotti farmaceutici	1983	1,00	2,08
	1987	0,78	1,23
Altri prodotti manifatturieri	1983	1,41	0,65
	1987	1,22	0,47
Totale industria manifatturiera	1983	1,37	0,76
	1987	1,15	0,55
Bilancia tecnologica dei pagamenti: rapporto di copertura	1983	0,25	7,30
	1987	0,38	6,65

Fonte: OECD, *Main Science and Technology Indicators*, 1990-92.

alcuni settori industriali italiani e americani nel periodo che va dal 1983 al 1987: l'Italia presenta andamenti più soddisfacenti nei settori tradizionali mentre gli Stati Uniti sono più competitivi nei settori tecnologicamente più avanzati.

Un quadro più dettagliato delle differenze tra i due paesi emerge dall'analisi dell'andamento delle spese in R&S degli ultimi anni. La tavola 2 mostra l'evoluzione delle spese totali in R&S nei due paesi tra il 1984 e il 1990. Sono evidenziate anche le fonti dei finanziamenti e gli ambiti in cui la R&S è stata effettivamente svolta. I dati riguardanti la spesa assoluta sono espressi in miliardi di dollari (correnti) aggiustati in base alla parità dei poteri di acquisto in modo da renderli comparabili.

TAVOLA 2

## R&amp;S NAZIONALE: SPESE, FINANZIAMENTO E AMBITI DI ESECUZIONE

	Anno	Italia	USA
Mld. di \$ correnti a parità di potere di acquisto	1984	6,0	103,2
	1990	11,1	152,9
Percentuale sul PIL	1984	1,0	2,8
	1990	1,3	2,8
Finanziata dalle imprese	1984	43,5	50,6
	1990	44,5	48,6
Finanziata da istituzioni governative	1984	52,9	47,7
	1990	50,6	49,3
Eseguita dalle imprese	1984	56,4	72,5
	1990	58,0	70,7
Eseguita dal sistema universitario	1984	18,8	12,8
	1990	17,7	15,7
Eseguita da istituzioni governative	1984	24,9	11,8
	1990	24,3	11,1

Fonte: OECD, *Main Science and Technology Indicators*, 1990-92.

Dai dati emerge una chiara differenza tra i due paesi nello sforzo innovativo anche quando esso è espresso in termini relativi. Le spese in R&S in percentuale del PIL negli Stati Uniti sono il doppio di quelle in Italia. Anche se l'Italia mostra un certo incremento nel periodo considerato, il divario resta ampio e sostanzialmente stabile. La tavola 2 evidenzia un'ulteriore differenza tra i due paesi. Mentre negli Stati Uniti il finanziamento delle spese in R&S è equamente ripartito tra le istituzioni governative e le imprese industriali, in Italia la quota di ricerca finanziata dal settore pubblico è molto più ampia. Anche in questo caso tale differenza appare stabile nel tempo.

Se si prendono in considerazione gli ambiti nei quali la R&S è effettivamente svolta, emerge un'interessante differenza tra i due paesi. La quota media di R&S effettuata dalle imprese nel periodo considerato è di circa il 71% negli Stati Uniti mentre in Italia è solo pari al 57,5%. Inoltre le istituzioni governative in Italia svolgono il 25% della R&S; se si tiene conto del fatto che il sistema universitario italiano è quasi completamente gestito dal settore pubblico, tale quota sale al 41%. Questo è un aspetto importante da tener presente, date le differenze di metodo, procedure, incentivi e obiettivi esistenti tra il settore privato e quello pubblico.

Queste stesse differenze si registrano con riferimento al totale della R&S svolta dalle imprese. La partecipazione del settore pubblico all'attività di ricerca industriale è chiaramente più sostenuta negli Stati Uniti che in Italia.

TAVOLA 3

R&amp;S ESEGUITA DALLE IMPRESE: SPESE E FINANZIAMENTO

	Anno	Italia	USA
Mld. di \$ correnti a parità di potere di acquisto	1984	3,4	74,8
	1990	6,4	108,2
Percentuale sul PIL	1984	0,6	2,0
	1990	0,8	2,0
Finanziata dalle imprese	1984	75,9	68,7
	1990	75,5	67,0
Finanziata da istituzioni governative	1984	18,0	31,3
	1990	16,6	33,0

Fonte: OECD, *Main Science and Technology Indicators*, 1990-92.

Le differenze nell'attività di ricerca si riflettono sulla *performance* tecnologica dei due paesi. Guardando alla bilancia tecnologica dei pagamenti negli anni '83 e '89, si nota che in Italia il rapporto di copertura delle importazioni con le esportazioni è stato costantemente inferiore a 1 mentre quello degli Stati Uniti è stato costantemente superiore a 5. Anche se la posizione americana si va indebolendo e quella italiana rafforzando, il divario nella *performance* tecnologica è tuttora molto ampio. Il quadro che emerge da questi dati è abbastanza evidente: gli Stati Uniti sono un paese *leader* dal punto di vista tecnologico, caratterizzato da rilevanti capacità nelle produzioni ad alto contenuto tecnologico; l'Italia invece è un paese inseguitore caratterizzato da posizione di relativa debolezza nelle produzioni tecnologicamente più avanzate.

### 3. Le indagini di Yale e della Confindustria

In questa sezione vengono brevemente descritte le caratteristiche delle due indagini utilizzate nell'esercizio di valutazione comparativa.

#### 3.1 L'indagine di Yale

L'indagine di Yale è volta a indagare le condizioni di appropriabilità e di opportunità tecnologica nell'industria manifatturiera americana. I dati provengono da questionari compilati da responsabili di alto livello della R&S e consistono di informazioni "dall'interno" sull'ambiente economico-tecnologico del settore considerato.

Il questionario è stato predisposto tenendo presente la letteratura riguardante il cambiamento tecnologico, quella empirica che esplora l'impatto economico del sistema dei brevetti e dei costi dell'imitazione, e numerosi casi di studio. A ciascun intervistato è stato richiesto di presentare "esperienze tipiche o tendenze principali" del settore nel quale opera la propria impresa. Gli intervistati sono stati considerati "osservatori privilegiati" di un comparto produttivo: questo ha incoraggiato la collaborazione, ma ha anche prodotto eterogeneità nelle risposte nell'ambito di uno stesso settore. Il questionario è composto di 4 parti. Le prime due riguardano le condizioni di appropriabilità, le altre le condizioni di opportunità e il progresso tecnologico. Le prime due parti indagano l'efficacia dei diversi strumenti di protezione dei vantaggi competitivi garantiti dalla R&S, i limiti dei brevetti, le modalità di acquisizione di informazioni rilevanti sulle tecnologie utilizzate dai concorrenti, i costi e i tempi necessari per imitare l'innovazione di un'impresa rivale. Le sezioni sull'opportunità e il progresso tecnologico analizzano i legami tra i diversi canali dai quali trae origine l'innovazione come, per esempio, la ricerca scientifica svolta dalle università e gli *spillovers* interni alle industrie, e la rapidità e le modalità del progresso tecnologico.

Il campione consiste di 650 questionari compilati da imprese attive in 130 comparti produttivi. La struttura campionaria del questionario è costituita dai comparti produttivi definiti dalla Federal Trade Commission che nell'industria manifatturiera corrispondono a una disaggregazione alla quarta cifra della Standard Industrial Classification. I comparti produttivi FTC sono il livello più disaggregato per il quale sono disponibili dati di R&S.

### 3.2 L'indagine della Confindustria

La Confindustria ha condotto un'indagine sugli aspetti qualitativi e quantitativi del progresso tecnologico nell'industria manifatturiera italiana. È stato inviato un questionario a 2500 imprese, richiedendo che a rispondere fosse il responsabile della R&S dell'impresa o, in alternativa, il responsabile della produzione. Le caratteristiche di base e le finalità dell'analisi sono simili a quelle dell'indagine di Yale. Responsabili di alto livello di un campione rappresentativo di imprese industriali sono stati invitati a presentare le loro esperienze nel settore in cui operano, e le loro risposte sono state considerate informazioni "dall'interno". Vi è da attendersi un più elevato grado di eterogeneità rispetto al rapporto di Yale, perché il questionario della Confindustria non richiede sempre di presentare "esperienze tipiche o tendenze principali" del settore ma in, alcuni casi, esperienze specifiche di imprese. Il questionario consiste di 5 parti, delle quali 2 sono rilevanti ai fini degli obiettivi di questo articolo. La 4<sup>a</sup> e la 5<sup>a</sup> parte infatti riguardano le condizioni di appropriabilità e opportunità tecnologica e la rapidità e la natura del progresso tecnologico. Le sezioni sull'appropriabilità indagano l'efficacia dei diversi strumenti di appropriazione dei benefici derivanti dalla R&S, i limiti dei brevetti e le modalità di acquisizione di informazioni sulla tecnologia utilizzata dalle imprese rivali. Le sezioni sull'opportunità tecnologica analizzano l'importanza degli *spillovers* interni al settore e della ricerca scientifica svolta nelle università. Le sezioni sul progresso tecnologico evidenziano le principali direzioni innovative perseguite dalle imprese e analizzano la velocità di introduzione delle innovazioni.

377 imprese hanno compilato il questionario. 119 hanno dichiarato di non aver investito in R&S anche se hanno introdotto innovazioni tecnologiche, mentre 258 hanno dichiarato di aver effettuato R&S. Le 377 imprese sono state classificate con il sistema di classificazione NACE: esse coprono 92 settori NACE a 3 e 4 cifre.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> La ragione di un così limitato numero di questionari restituiti è legata alle caratteristiche strutturali dell'apparato industriale italiano: le dimensioni delle imprese che svolgono R&S possono essere estremamente limitate ed è quindi difficile identificarle; per questa ragione il questionario è stato inviato a un gran numero d'imprese, molte delle quali probabilmente non svolgono R&S e non si sono quindi curate di rispondere.

### 3.3 Questioni di metodo

Nei due questionari le risposte alle varie domande vengono indicate in una scala semantica a sette punti, che vanno da "del tutto inefficace" a "molto efficace". In entrambe le indagini si riscontra una notevole varietà nelle risposte sia tra i diversi settori sia nell'ambito dello stesso settore. Come ha sottolineato Griliches (1987), l'eterogeneità nell'ambito dello stesso settore può essere fonte di errori sostanziali di misurazione. Alla base di questa eterogeneità vi sono tre fattori di cui occorre tenere conto (si veda Levin *et al.* 1987). Per prima cosa, i comparti produttivi presenti nel campione possono essere effettivamente eterogenei in riferimento ai prodotti e alle tecnologie che utilizzano. Inoltre, la percezione delle tendenze del settore da parte degli intervistati può essere influenzata dalle politiche e dalle strategie dell'impresa di appartenenza. Infine, esiste una certa soggettività intrinseca nell'utilizzazione delle scale semantiche come quella di Likert che limiterebbe la possibilità di confrontare risposte di individui diversi.

L'importanza di questi tre elementi di perplessità si accresce quando i risultati sono utilizzati per un confronto tra due paesi. Infatti Levin *et al.* (1987) indicano che i primi due fattori di eterogeneità possono essere trascurati, mentre Griliches sottolinea che il terzo può effettivamente originare errori nelle osservazioni. Tuttavia, poiché l'obiettivo di questo studio consiste nel porre in evidenza omogeneità e differenze nei modelli di progresso tecnologico di Italia e Stati Uniti, diviene necessario trascurare queste possibili difficoltà e considerare i dati in senso ordinale. È necessaria comunque cautela nell'interpretazione dei risultati delle due indagini che possono non rappresentare accuratamente le reali valutazioni degli intervistati, e possono non cogliere potenziali non linearità tra le categorie individuate nelle risposte. Comunque le soluzioni a questi problemi sono tutt'altro che semplici.

### 3.4 La procedura di campionamento

Nell'individuazione del campione sono stati risolti numerosi problemi. Oltre alle difficoltà metodologiche insite nella natura dell'indagine, è stato necessario affrontare la questione della confrontabilità dei campioni dei due paesi.

Le imprese infatti sono state classificate seguendo due diversi sistemi. L'indagine di Yale si basa sul sistema SIC, mentre quello della Confindustria sul sistema NACE. È stato possibile identificare 38 settori per i quali esiste una completa corrispondenza tra i due sistemi. Sembrerebbero pochi se confrontati con quelli iniziali (130 comparti produttivi per il rapporto di Yale e 92 settori per quello della Confindustria), ma occorre tener presente che tale riduzione è dovuta a due ragionevoli vincoli che sono stati imposti al campione:

1) sono state considerate soltanto le imprese che svolgono effettivamente R&S;

2) sono stati esclusi dal campione i comparti e i settori per i quali erano disponibili meno di due osservazioni.<sup>2</sup>

Un secondo problema che si è presentato è stato quello di rendere compatibili le domande proposte nei due questionari. Sono stati selezionati cinque insiemi di elementi corrispondenti ad altrettante dimensioni dell'attività innovativa.

- i. discipline scientifiche di base e applicate;
- ii. origini del progresso tecnologico;
- iii. modalità di evoluzione del progresso tecnologico;
- iv. strumenti di appropriabilità;
- v. limiti dei brevetti come strumento di appropriabilità.

Nella tavola 4 sono indicati gli elementi appartenenti a ciascuno dei cinque insiemi.

#### 4. I modelli di progresso tecnologico negli Stati Uniti e in Italia

Questa sezione presenta e discute i risultati dell'esercizio comparativo effettuato,<sup>3</sup> propone spiegazioni e interpretazioni, anche se solo nelle conclusioni viene presentata una valutazione generale dell'evidenza scaturita dall'analisi. Per non appesantire l'esposizione non

<sup>2</sup> La tavola che illustra le corrispondenze, non inserita in questo lavoro, è disponibile, su richiesta, dagli autori.

<sup>3</sup> I risultati dei due rapporti sono stati aggregati ponderando ciascun comparto sulla base del suo contributo al valore aggiunto manifatturiero del proprio paese. I risultati comparativi non mutano al variare del sistema di ponderazione e restano invariati se si utilizza un unico sistema per entrambi i paesi.

#### ELEMENTI CONSIDERATI NEL QUESTIONARIO

Discipline scientifiche pure e applicate	
Biologia	biologia e scienze naturali
Chimica	chimica organica e inorganica
Matematica	matematica
Fisica	fisica
Agraria	agraria
Ricerca operativa	ricerca operativa
Informatica	informatica
Scienza dei materiali	scienza dei materiali
Metallurgia	metallurgia
Medicina	medicina
Ingegneria chimica	ingegneria chimica
Ingegneria meccanica	ingegneria meccanica
Ingegneria elettronica	ingegneria elettronica
Origini del progresso tecnologico	
Imprese	imprese del comparto
Fornitori di materiali	fornitori di materiali
Attrezzature produttive	fornitori delle attrezzature produttive
Apparecchiature per R&S	fornitori delle apparecchiature per la ricerca scientifica
Utenti finali	utenti finali del prodotto
Università	ricerca svolta dalle università
Inventori	inventori individuali
Presenza R&S	esistenza nell'impresa di un dipartimento di R&S
Modalità di evoluzione del cambiamento tecnologico	
Scala	variazioni della scala del processo produttivo
Meccanizzazione	meccanizzazione e automazione delle operazioni
Materiali	miglioramento delle caratteristiche dei materiali degli input
Proprietà fisiche	miglioramento delle proprietà fisiche del prodotto
Performance	miglioramento della performance del prodotto
Design dominante	individuazione di un design dominante
Segmentazione	specializzazione in specifici segmenti di mercato
Adattamento alla clientela	adattamento dei prodotti alle specifiche dell'utente
Strumenti di appropriabilità	
Brevetti	brevettare l'innovazione per prevenire l'imitazione
Segretezza	mantenere segreta la conoscenza relativa all'innovazione
Tempi di vantaggio	tempi di vantaggio nell'introduzione dell'innovazione
Limiti dei brevetti come strumento di appropriabilità	
Ritardi nelle procedure	difficoltà a brevettare nuovi processi e prodotti
Validità	difficoltà a provare la validità del brevetto
Rispettare	difficoltà a far rispettare il brevetto
Inventare attorno	facilità dell'"inventare attorno" al brevetto
Informazioni	diffusione di informazioni rilevanti sull'innovazione

sono stati riportati i dettagli dell'analisi statistica svolta, ma su richiesta sono disponibili correlazioni e test-t.

#### 4.1 Discipline scientifiche di base e applicate

L'insieme delle conoscenze scientifiche e tecnologiche alla base dell'attività innovativa delle imprese sembra essere praticamente lo stesso in Italia e negli Usa.

Ai responsabili della R&S è stato chiesto di stilare una graduatoria delle discipline accademiche in relazione alla loro importanza per i processi innovativi. Come evidenziato nella tavola 5, tali graduatorie sono abbastanza simili nei due paesi: l'informatica e la scienza dei materiali sono considerate le più rilevanti ai fini dell'attività innovativa, mentre l'agricoltura e la medicina le meno importanti. I test-t non evidenziano particolari differenze tra i due paesi, fatta eccezione per la ricerca operativa (più alta in graduatoria negli USA) e per la scienza dei materiali e l'ingegneria elettrica ed elettronica (più alta in Italia).

TAVOLA 5

## DISCIPLINE SCIENTIFICHE PURE E APPLICATE

	Italia			USA		
	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard
Biologia	36	1,74	1,16	38	1,95	1,23
Chimica	38	3,59	1,73	38	3,26	1,11
Matematica	37	2,74	1,05	38	2,80	0,87
Fisica	38	3,76	1,40	38	3,16	1,03
Agraria	36	1,72	1,14	38	1,82	1,30
Ricerca operativa	37	3,09	1,19	38	3,26	0,93
Informatica	38	4,88	1,01	38	4,27	0,77
Scienza dei materiali	38	4,95	1,21	38	4,15	0,88
Metallurgia	38	3,96	1,72	38	3,46	1,09
Medicina	36	1,87	1,51	38	1,94	1,22
Ingegneria chimica	38	3,70	1,45	38	3,20	0,90
Ingegneria meccanica	38	4,49	1,62	38	3,84	1,13
Ingegneria elettronica	37	5,09	1,29	38	3,59	1,28

La correlazione di rango conferma l'esistenza di una graduatoria simile per 8 discipline su 15. Quelle che non sono correlate risultano essere: la scienza dei materiali, la medicina, l'ingegneria chimica e la meccanica. La metallurgia evidenzia un coefficiente di Spearman negativo e significativo.

#### 4.2 Le origini del progresso tecnologico

Rilevanti differenze tra i due paesi emergono invece in relazione alla valutazione delle origini delle innovazioni introdotte. Anche in questo caso ai responsabili della R&S è stato chiesto di stilare una graduatoria della rilevanza di diversi potenziali canali dai quali trae origine l'attività innovativa. Come mostra la tavola 6, solo i fornitori di materiale per la produzione e i fornitori di attrezzature per la R&S risultano avere la stessa importanza (in valore assoluto) nell'influenzare l'innovazione. Questi due canali comunque occupano posizioni diverse nelle graduatorie dei due paesi come mostrato dalla correlazione di Spearman.

TAVOLA 6

## ORIGINI DELLE INNOVAZIONI TECNOLOGICHE

	Italia			USA		
	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard
Imprese	38	4,64	1,05	38	5,95	0,54
Fornitori di materiali	38	3,53	1,30	38	4,58	1,00
Attrezzature produttive	38	4,65	0,93	38	4,79	0,78
Apparecchiature per R&S	38	4,12	1,02	38	3,95	0,90
Utenti finali	38	5,05	0,93	38	4,17	0,78
Università	38	2,67	0,74	38	3,23	0,79
Inventori	38	2,04	0,95	38	3,06	0,91
Presenza R&S	38	4,48	0,76	38	4,83	0,69

Negli USA le imprese appartenenti alla stessa industria hanno il ruolo preminente nell'alimentare il processo innovativo, mentre in Italia tale ruolo è ricoperto in massima parte dagli utilizzatori del prodotto. Una spiegazione plausibile di questa differenza consiste nel fatto che le imprese americane operano alla frontiera tecnologica in un ambiente favorevole all'innovazione. Le imprese italiane invece

sono più tipicamente inseguatrici e si muovono all'interno del dominio tecnologico dell'industria cui appartengono. Questa situazione induce le imprese italiane a focalizzare le proprie attenzioni sul cliente, cercando di interagire più strettamente possibile con gli specifici utenti, con la finalità di ritagliarsi nicchie di mercato. Inoltre i fornitori di materiali rivestono un ruolo più importante negli USA rispetto all'Italia. Ciò è coerente con la spiegazione appena fornita, perché i nuovi materiali sono un elemento importante per la maggior parte dei prodotti ad alto contenuto tecnologico, e contribuiscono a migliorarne caratteristiche e *performance*.

Emerge un risultato importante in riferimento al ruolo delle università. Entrambi i paesi indicano l'università come la fonte meno importante di progresso tecnologico (dopo gli inventori individuali), ma le imprese italiane considerano il contributo dell'università molto meno importante di quanto facciano le imprese americane (il test-riguardante la differenza tra i due valori è significativo). Ciò è probabilmente dovuto a fattori istituzionali: in Italia il sistema universitario e il mondo produttivo sono più separati di quanto avvenga in USA, e la ricerca universitaria è meno avanzata di quella americana con riferimento alla scienza e alla tecnologia.

#### 4.3 Modalità di evoluzione del progresso tecnologico

Prendendo in considerazione le modalità di evoluzione del cambiamento tecnologico emergono in alcuni casi delle omogeneità tra gli USA e l'Italia. Come mostra la tavola 7, le imprese italiane e americane valutano in maniera simile i miglioramenti nella *performance* dei prodotti (considerata la più importante evoluzione del progresso tecnico intervenuta negli ultimi anni), la meccanizzazione dei processi produttivi, il miglioramento delle caratteristiche delle materie prime e dei prodotti intermedi, l'adattamento dei prodotti a specifici bisogni di utenti individuali, e il miglioramento delle proprietà fisiche dei prodotti. Le prime quattro modalità hanno fatto registrare un coefficiente di correlazione di rango significativo.

Le altre modalità seguite dall'evoluzione del progresso tecnologico hanno ricevuto dalle imprese italiane e americane diversi punteggi e ottenuto diverse posizioni nella graduatoria. Per quanto riguarda la variazione nella scala del processo produttivo e la segmentazione del mercato (indicate come maggiormente rilevanti in USA) e

l'individuazione di un design dominante (più rilevante in Italia), tali differenze possono essere spiegate sulla base di fattori istituzionali e specifici dei due paesi. In particolare bisogna tener presente che il maggior ruolo attribuito negli Stati Uniti ai cambiamenti nella dimensione del processo produttivo può essere connesso alla maggior dimensione del mercato americano rispetto a quello italiano. Analogamente la segmentazione del mercato riceve maggiori attenzioni in USA in relazione al fatto che questa strategia è più vantaggiosamente perseguibile in un più ampio mercato.

TAVOLA 7

MODALITÀ DI EVOLUZIONE DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO

	Italia			USA		
	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard
Scala	38	3,45	1,07	38	4,45	0,93
Meccanizzazione	38	5,10	1,19	38	4,89	1,04
Materiali	38	4,52	0,90	38	4,65	0,68
Proprietà fisiche	38	4,87	1,00	38	4,90	0,99
<i>Performance</i>	38	5,31	0,98	38	5,72	0,77
Design dominante	38	4,38	1,00	38	3,98	0,76
Segmentazione	38	4,55	0,95	38	5,21	0,75
Adattamento alla clientela	38	4,81	1,31	38	4,43	1,11

#### 4.4 Strumenti di appropriabilità

Le imprese americane e italiane sembrano valutare in maniera simile l'efficacia dei diversi strumenti per garantirsi i benefici derivanti dall'innovazione. Emerge dunque che l'appropriabilità è indipendente dal livello tecnologico del paese considerato.

Come mostra la tavola 8, in entrambi i paesi il canale più importante per appropriarsi dei risultati della R&S è costituito dai tempi di vantaggio sui concorrenti. La segretezza, sebbene meno efficace dei tempi di vantaggio, specialmente negli USA, è considerata più utile dei brevetti per la protezione delle innovazioni. Questo conferma i risultati di uno studio sulle condizioni di appropriabilità in Italia preparato nel 1988 e basato su un campione di imprese italiane che detenevano brevetti negli Stati Uniti (Malerba e Orsenigo

1988). L'articolo di Malerba e Orsenigo (1988) ha evidenziato l'esistenza di omogeneità tra il caso americano e quello italiano in relazione alla rilevanza dei diversi strumenti di appropriabilità per le imprese innovative.

TAVOLA 8

## STRUMENTI DI APPROPRIABILITÀ

	Italia			USA		
	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard
Brevetti	38	3,91	1,44	38	3,90	0,90
Segretezza	38	4,06	1,24	37	3,78	1,50
Tempi di vantaggio	38	5,39	1,02	38	5,29	0,67

## 4.5 I limiti dei brevetti come strumento di appropriabilità

L'ultimo insieme di elementi è costituito dalle diverse modalità seguite dai concorrenti per aggirare la protezione del brevetto. Come mostra la tavola 9, i valori assegnati nei due paesi alle diverse modalità (che individuano altrettanti limiti dello strumento "brevetto") sono simili e abbastanza vicini tra loro. La difficoltà di provare la validità di un brevetto, l'eccessiva diffusione di informazione rilevante, la difficoltà di far valere il brevetto in caso di violazione sono considerati fattori importanti sia in Italia sia negli USA.

TAVOLA 9

## LIMITI DEI BREVETTI COME STRUMENTO DI APPROPRIABILITÀ

	Italia			USA		
	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard	Num. di osserv.	Media	Deviaz. standard
Ritardi nelle procedure	36	4,29	1,18	38	4,05	0,92
Validità	36	3,84	1,06	38	3,94	0,96
Rispettare	36	3,95	0,89	38	4,16	0,80
Inventare attorno	36	2,98	0,92	38	5,45	0,66
Informazioni	36	3,88	0,97	38	3,88	0,86

L'unica differenza significativa tra i due paesi in questo insieme di fattori è la valutazione dell'importanza dell'"inventare attorno" le innovazioni brevettate. In Italia l'imitazione dei brevetti altrui si colloca molto in basso nella graduatoria in termini d'importanza per indebolire l'efficacia protettiva dei brevetti mentre negli Stati Uniti è al primo posto. Questa differenza è probabilmente dovuta al fatto che le imprese americane alla frontiera tecnologica operano in un ambiente più competitivo rispetto a quanto avviene per le imprese italiane. Ciò comporta che i brevetti siano in Italia più efficaci nel contenere l'imitazione.

## 5. Conclusioni

Il confronto tra i casi americano e italiano in relazione all'insieme delle conoscenze scientifiche e tecnologiche sottostante l'attività innovativa, alle fonti del progresso tecnologico, alle direzioni dell'attività innovativa, agli strumenti di appropriabilità porta ai seguenti risultati.

Valori e graduatorie di caratteristiche espresse dalle imprese dei due paesi in riferimento alla base conoscitiva scientifico-tecnologica sottostante all'attività innovativa sono simili. Questo risultato conferma l'idea che imprese di diversi paesi operanti nella stessa industria e che perseguono finalità innovative si trovano a fronteggiare conoscenze e imperativi tecnologici (in termini di discipline scientifiche di base e applicate) simili.

Tranne poche eccezioni, questa omogeneità si ritrova anche nei giudizi espressi nei due paesi in riferimento ai diversi strumenti di appropriabilità e ai limiti del brevetto.

Al contrario, grosse differenze emergono nelle valutazioni relative alle fonti del progresso tecnologico e ad alcune delle direzioni dell'attività innovativa incrementale, in conseguenza di fattori istituzionali e specificità di ciascun paese.

Queste caratteristiche dell'innovazione tecnologica sembrano implicare omogeneità tra paesi nelle dimensioni scientifiche dell'opportunità tecnologica e nei principali strumenti di appropriabilità, ma diversità per quanto riguarda le origini e l'organizzazione complessiva del processo innovativo (in termini di coinvolgimento di attori esterni

all'industria e di canali attraverso i quali l'innovazione viene introdotta in un settore) e nelle specifiche direzioni seguite dall'innovazione incrementale.

Questi risultati sono il frutto di una prima esplorazione e non consentono generalizzazioni su differenze e omogeneità tra paesi in relazione a origini, condizioni di appropriabilità e direzioni del cambiamento tecnologico. I dati raccolti nelle indagini di Yale e della Confindustria hanno però consentito per la prima volta nella letteratura di effettuare un'analisi delle caratteristiche qualitative del processo innovativo in due paesi diversi. I risultati emersi sono chiaramente coerenti con l'evidenza empirica derivante da studi di settore e da analisi più convenzionali.

Occorre ancora molto lavoro perché le congetture avanzate a spiegazione dei risultati ottenuti possano poggiare su più solide basi. Una migliore comprensione dei processi di cambiamento tecnologico non può però prescindere dall'individuazione dei fattori da cui traggono origine le omogeneità e le differenze tra paesi in alcune delle dimensioni chiave dell'innovazione tecnologica. Questo esercizio comparato può essere considerato un primo passo in questa direzione.

#### BIBLIOGRAFIA

- CONFINDUSTRIA, 1989, *La spesa dell'industria per la ricerca scientifica: 1987-1989*, SIPI.
- DOSI G., 1982, "Technological paradigms and technological trajectories", *Research Policy*.
- DOSI G., 1988, "Sources, procedures and microeconomic effects of technological innovation", *Journal of Economic Literature*.
- GRILICHES Z., 1987, "Comment to appropriating the results from R&D by Levin *et al.*", *Brookings Papers on Economic Activity*.
- KLINE S. and ROSENBERG N., 1986, "An overview of innovation", in Landau S. and Rosenberg N. (eds.), *Technology and Economics*, Washington, Academy Press.
- LEVIN R., KLEVORICK A., NELSON R., and WINTER S., 1987, "Appropriating the results from R&D", *Brookings Papers on Economic Activity*.
- MALERBA F., 1992, "Learning by firms and incremental technical change", *Economic Journal*.
- MALERBA F. e ORSENIGO L., 1990, "Technological regimes and patterns of innovation: a theoretical and empirical investigation of the Italian case" in H. Hertije (ed.), *Evolving Technology and Market Structure*, University of Michigan Press.
- NELSON R. e WINTER S., 1982, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press.
- ROSENBERG N., 1982, *Inside the Black Box*, Cambridge, Cambridge University Press.