

Conoscenza tecnologica
Nuovi paradigmi dell'innovazione
e specificità italiana

a cura di Cristiano Antonelli

 **Edizioni**
Fondazione Giovanni Agnelli

Conoscenza tecnologica. Nuovi paradigmi dell'innovazione e
specificità italiana / a cura di Cristiano Antonelli – VII - 408
p. : 21 cm.

Copyright © 1999 by *Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli*
via Giacosa 38, 10125 Torino
tel. 011 6500500, fax 011 6502777
e-mail: staff@fga.it Internet: <http://www.fga.it>

La traduzione dall'inglese del saggio di J. Stan Metcalfe è di Giusy Violante

ISBN 88-7860-164-0

Indice

| | |
|---|----|
| Introduzione | |
| <i>Cristiano Antonelli</i> | 1 |
| Nuove prospettive nella produzione di conoscenza tecnologica | 1 |
| 1. Il modello R&S (ricerca e sviluppo) | 2 |
| 2. La comparsa del modello della conoscenza localizzata | 5 |
| Organizzazione del volume | 16 |
| | |
| L'innovazione come problema europeo: vecchie e nuove prospettive sulla divisione del lavoro nel processo innovativo | |
| <i>J. Stan Metcalfe</i> | 19 |
| Introduzione | 19 |
| 1. Caratteristiche distintive di scienza e tecnologia | 22 |
| 2. Il contesto sistemico | 30 |
| 3. Aspetti economici della politica tecnologica | 32 |
| 4. La politica innovativa ed un sistema sperimentale | 36 |
| 5. Previsione della tecnologia | 41 |
| Conclusioni | 46 |
| | |
| La nuova economia della conoscenza e dell'attività innovativa | |
| <i>Cristiano Antonelli</i> | 47 |
| Introduzione | 47 |
| 1. La conoscenza localizzata | 50 |
| 1.1. La dinamica della conoscenza localizzata | 52 |
| 1.2. La dinamica della conoscenza localizzata nelle industrie <i>skill intensive</i> | 54 |
| 1.3. La dinamica della conoscenza localizzata nelle industrie <i>science based</i> | 56 |

Indice

| | |
|---|----|
| 1.4. Il cambiamento tecnologico e le matrici interindustriali | 57 |
| 2. Salari di efficienza e tassi di generazione di conoscenza localizzata | 61 |
| 3. Rendimenti crescenti nella generazione di conoscenza tecnologica localizzata | 62 |
| 4. I sistemi di innovazione e il loro ambito | 64 |
| 5. Le nuove tecnologie dell'informazione e i processi di generazione e distribuzione della conoscenza tecnologica localizzata | 67 |
| 6. La percolazione della conoscenza | 72 |
| Conclusioni | 75 |

Le fonti di finanziamento e la specializzazione nelle attività di ricerca e sviluppo

| | |
|--|-----|
| <i>Alessandra Lanza e Martin Marchesi</i> | 85 |
| 1. Investimenti in ricerca e sviluppo: il contesto economico di riferimento negli ultimi quindici anni | 85 |
| 2. Investimenti in ricerca e sviluppo: <i>trend</i> storici e ripartizione geografica | 89 |
| 3. Chi finanzia le attività di ricerca e sviluppo? Comportamenti asimmetrici per aree geo-economiche | 92 |
| 4. Implementazione dei progetti di ricerca e sviluppo: relazioni tra enti «realizzanti» e fonti di finanziamento | 94 |
| 5. L'impatto sulla ricerca e sviluppo da parte dei fondi pubblici | 95 |
| 5.1. Il peso del finanziamento diretto da parte dell'ente pubblico: «mondo bellico» e «mondo pacifico» | 96 |
| 5.2. L'impatto indiretto dei fondi pubblici: la spesa per la difesa e la spesa per la medicina | 101 |
| 6. L'efficienza nello stanziamento di fondi da parte degli enti pubblici | 104 |
| 7. La specializzazione nell'attività innovativa | 105 |
| 7.1. Spese in ricerca e sviluppo e andamenti settoriali | 107 |

Il ruolo delle piccole e medie imprese nel sistema innovativo italiano

| | |
|--|-----|
| <i>Daniele Archibugi, Rinaldo Evangelista e Leopoldo Nascia</i> | 115 |
| 1. Introduzione e metodologia del lavoro | 115 |
| 1.1. Premessa | 115 |
| 1.2. La misurazione dell'innovazione nelle PMI: le potenzialità dell'indagine dell'Istat-CNR | 116 |

| | |
|--|-----|
| 1.3. Obiettivi di questa ricerca | 120 |
| 1.4. Alcune note metodologiche | 125 |
| 2. Analisi dei risultati | 128 |
| 2.1. Diffusione del fenomeno innovativo tra le piccole e medie imprese | 128 |
| 2.2. Il contributo quantitativo delle PMI al sistema innovativo italiano | 133 |
| 2.3. L'intensità innovativa della piccola e grande impresa | 137 |
| 2.4. La natura delle attività innovative nelle piccole e grandi imprese | 144 |
| 3. Sintesi dei risultati | 161 |
| 3.1. Considerazioni complessive | 161 |
| 3.2. Alcune implicazioni | 163 |
| Appendice. Raggruppamenti settoriali ricavati dalla tassonomia di Pavitt | 165 |
| | |
| Le relazioni università-industria in Italia | |
| <i>Luigi Orsenigo e Emanuela Cancogni</i> | 167 |
| Introduzione | 167 |
| 1. Il ruolo delle università nei confronti dell'innovazione industriale: evoluzione del dibattito | 170 |
| 2. Le modalità, i canali e le funzioni: modelli di interazione tra università, scienza, industria e tecnologia | 173 |
| 2.1. La formazione | 173 |
| 2.2. Assistenza tecnica e ricerca applicata | 174 |
| 2.3. Le università come produttrici di conoscenza scientifica | 175 |
| 2.4. Le università come fonti di sviluppo economico e <i>seedbed</i> di nuova imprenditorialità | 177 |
| 2.5. Il ruolo delle università nei sistemi nazionali | 180 |
| 2.6. Dal modello lineare al modello integrativo | 181 |
| 2.7. Ostacoli alle relazioni università-industria: una sintesi | 189 |
| 3. I rapporti università-industria in Italia: l'evidenza empirica | 192 |
| 3.1. Un quadro di insieme: il finanziamento privato alla ricerca universitaria | 193 |
| 3.2. Forme di interazione tra industria e università e strutture organizzative | 198 |
| 3.3. I dati di brevetto | 204 |
| 3.4. I Programmi nazionali di ricerca del MURST | 207 |
| 3.5. Alcuni risultati | 217 |
| 4. Verso un'interpretazione | 218 |
| 4.1. Difficoltà nelle relazioni università-industria | 218 |

Indice

| | |
|---|-----|
| 4.2. Alle origini della separazione: una congettura sul ruolo del nesso ricerca-insegnamento | 220 |
| Conclusioni | 229 |
| Appendice 1. Questionario della Fondazione Giovanni Agnelli | 232 |
| Appendice 2. Finanziamenti industriali alla ricerca universitaria | 234 |

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

| | |
|--|-----|
| <i>Fabrizio Cesaroni e Alfonso Gambardella</i> | 237 |
| Premessa | 237 |
| 1. Passato e presente del concetto di parco scientifico e tecnologico | 239 |
| 1.1. La nascita dell'idea di parco scientifico e tecnologico | 239 |
| 1.2. Il processo di modularizzazione della tecnologia | 240 |
| 1.3. Il modello storico di parco scientifico e tecnologico: condizioni minime di successo | 243 |
| 1.4. Evoluzione del concetto: la sfida degli anni '90 | 247 |
| 2. Differenze internazionali e caratteristiche comuni nell'idea di parco scientifico e tecnologico | 251 |
| 2.1. Esiste un modello mondiale e unitario di PST? | 251 |
| 2.2. Il modello anglosassone ed il ruolo delle università | 252 |
| 2.3. Il modello giapponese e la programmazione centrale | 257 |
| 2.4. I parchi scientifici nell'esperienza francese | 259 |
| 2.5. Le strutture «snelle» di PST ed il modello tedesco | 262 |
| 3. Quindici anni di parchi italiani | 264 |
| 3.1. Introduzione | 264 |
| 3.2. Criteri di lettura delle esperienze italiane di PST | 265 |
| 3.3. Una fotografia dell'universo italiano di PST | 269 |
| 3.4. Il caso dei Consorzi città-ricerche | 274 |
| 3.5. Il programma di intervento per la creazione di una rete di tredici PST nelle regioni del Mezzogiorno | 276 |
| 4. La situazione attuale dei PST in Italia | 279 |
| 4.1. Tipologia | 279 |
| 4.2. I parchi come utilizzatori di conoscenza: il caso di Centuria, una struttura snella al servizio dell'innovazione | 280 |
| 4.3. I parchi come produttori di conoscenza | 282 |
| 4.4. I parchi scientifici come strumenti di sviluppo economico | 286 |
| 4.5. I parchi come strutture a rete. La specializzazione tematica territoriale: il caso di Tecnorete Piemonte | 290 |
| 5. I parchi scientifici come strumenti di promozione industriale: campi di intervento | 292 |
| 5.1. Introduzione | 292 |

| | |
|---|-----|
| 5.2. Il problema degli incentivi manageriali | 294 |
| 5.3. Evoluzione della funzione di marketing | 301 |
| 5.4. La gestione del finanziamento dell'attività innovativa | 307 |
| 5.5. Promozione dell'apertura internazionale | 311 |
| 6. Considerazioni conclusive | 319 |

La partecipazione italiana ai Programmi Quadro della Commissione delle Comunità Europee

| | |
|--|-----|
| <i>Aldo Geuna e Myriam Mariani</i> | 327 |
| Introduzione | 327 |
| 1. Analisi dei quattro Programmi Quadro della Commissione Europea | 329 |
| 2. La partecipazione italiana ai quattro Programmi Quadro | 338 |
| 2.1. Aree di ricerca scientifico-tecnologiche | 340 |
| 2.2. I legami internazionali | 342 |
| 2.3. Localizzazione geografica e competenze tecnologiche regionali | 344 |
| 2.4. Le principali caratteristiche della partecipazione italiana | 349 |
| 3. La partecipazione italiana ai programmi Brite-Euram | 350 |
| 4. La partecipazione delle università italiane ai Programmi Quadro | 357 |
| 4.1. Analisi delle determinanti della partecipazione universitaria | 360 |
| Conclusioni | 365 |
| Appendice 1. Le banche dati | 369 |
| Appendice 2. Classificazione delle aree di ricerca dei Programmi Quadro | 372 |
| Appendice 3. Stime Econometriche | 374 |
| | |
| Riferimenti bibliografici | 375 |
| | |
| Nota sugli autori | 407 |

Introduzione
Cristiano Antonelli

Nuove prospettive nella produzione di conoscenza tecnologica

Nel corso degli ultimi vent'anni si è verificato un significativo mutamento nella comprensione economica dei fattori in gioco nella generazione di conoscenza tecnologica. Si sta affermando un nuovo approccio alla modellizzazione dell'organizzazione della generazione di nuova conoscenza tecnologica: un approccio in cui le differenti forme di sapere vengono identificate e le interazioni fra esse sono apprezzate. La nuova conoscenza tecnologica è sempre più considerata come il risultato collettivo di un processo di comunicazione intenzionale e dedicato finalizzato ad aumentare l'interazione tra conoscenza implicita, codificata ed interna non meno che esterna.

Cambiamenti paralleli e significativi si stanno del resto verificando nell'organizzazione della produzione di nuova conoscenza tecnologica, in cui la comunicazione tecnologica e l'accresciuta interazione tra gli agenti che apprendono nell'ambito delle reti collettive di innovazione svolgono un ruolo sostanziale e sembrano condurre alla riduzione del primato delle grandi imprese ad elevata integrazione verticale specializzate nella conduzione di attività interne di ricerca e sviluppo.

Nelle pagine che seguono verranno messi a fuoco i caratteri di questa evoluzione parallela dell'organizzazione della produzione di conoscenza e della comprensione economica della generazione di conoscenza tecnologica al fine di offrire un contesto di riflessione e valutazione dei lavori che costituiscono questo volume. Il primo paragrafo richiama le componenti basilari del modello R&S. Il secondo paragrafo illustra le caratteristiche chiave del nuovo modello ba-

sato sulla nozione di cambiamento tecnologico localizzato. I principali risultati sono sintetizzati nelle conclusioni.

1. *Il modello R&S (ricerca e sviluppo)*

Il paradigma R&S si basava su due assunti chiave ben espressi nei contributi rivoluzionari di Kenneth Arrow [1962; 1969] e di Alfred Chandler [1990; 1992]. Il cambiamento tecnologico era considerato come risultato di un processo *top-down*: le scoperte scientifiche e le leggi generali, elaborate presso università e presso altre istituzioni di ricerca, erano componenti basilari e preliminari. La conoscenza tecnologica era generata in un secondo momento come risultato di un processo di applicazione e specificazione delle leggi scientifiche generali già disponibili. La grande impresa era considerata l'istituzione fondamentale nella generazione di nuova conoscenza tecnologica. Le attività interne di ricerca e sviluppo, finanziate coi profitti delle grandi imprese e con sussidi pubblici, erano considerate l'elemento centrale della generazione di nuova conoscenza. La forte integrazione verticale delle attività di ricerca e sviluppo all'interno dell'impresa rappresentava il fondamentale modello organizzativo.

Questo modello ha condotto all'articolazione sequenziale delle attività di ricerca e sviluppo in scienza di base, ed attività di ricerca e sviluppo applicate e ad una chiara divisione del lavoro con le università principalmente responsabili delle prime ed i laboratori aziendali interni responsabili delle seconde.

Il modello *top-down* si affermò principalmente negli Stati Uniti dopo la seconda guerra mondiale come unico e coerente sistema istituzionale. Le ragioni fondamentali erano:

- che esisteva un ordine sequenziale tra la conoscenza scientifica e quella tecnologica in cui la scienza precedeva la tecnologia;
- che la conoscenza scientifica possedeva carattere di bene pubblico, in termini di non escludibilità, non divisibilità e quindi non appropriabilità.

In tali condizioni, un sistema economico poteva generare livelli consistenti di nuova conoscenza tecnologica solo a patto di riuscire a fornire agli agenti incentivi sufficienti perché generassero nuova conoscenza [Mowery 1983; 1989; 1995].

Questo modello si articolava nei seguenti principali aspetti complementari:

- la scienza era un bene pubblico, tuttavia era un input preliminare alla produzione di nuova tecnologia e per tale motivo si rendevano indispensabili sussidi pubblici alle università e, in misura minore, ai laboratori privati;
- un forte regime di diritti di proprietà intellettuale era inoltre giudicato necessario ad accrescere l'appropriabilità;
- la comunicazione scientifica tra ricercatori era spontanea ed assicurata principalmente dalla circolazione di giovani dottori in ricerca dalle università ai laboratori privati oltre che naturalmente dalle pubblicazioni scientifiche dei ricercatori¹;
- le imprese di grandi dimensioni potevano finanziare attività di R&S per sviluppare i principi scientifici generali elaborati presso le università ed in definitiva generare cambiamenti tecnologici, grazie agli extraprofiti transitori accumulati nei precedenti processi innovativi.

In tale contesto istituzionale le grandi imprese godevano di un forte vantaggio competitivo che derivava da importanti economie di scala e di scopo nella conduzione di attività di ricerca e sviluppo e soprattutto elevati livelli di appropriabilità *ex ante* garantiti dalle barriere all'entrata piuttosto che dalle barriere all'imitazione. Infine, all'interno delle grandi imprese, le attività di R&S erano a loro volta fortemente concentrate: grandi laboratori multi-ricerca rappresentavano la pratica comune. I laboratori erano spesso ubicati nei pressi della sede centrale. La responsabilità dei manager per la direzione e per il finanziamento delle aree di ricerca era frequentemente demandata allo staff centrale presso la sede centrale. Negli stabilimenti e alle divisioni venivano lasciate piccole unità di R&S che svolgevano in prevalenza compiti applicativi. Da ultimo conviene ricordare che in questo contesto le imprese minori avevano di fatto scarse opportunità di contribuire significativamente al processo innovativo e di imporsi sui mercati con l'introduzione di si-

¹ L'incentivo a pubblicare, in un contesto di forte competizione accademica, era del resto evidente: *publish or perish*.

gnificative innovazioni di prodotto e di processo. Le imprese minori erano sempre più costrette ad attività di nicchia a forte contenuto imitativo.

Non nuoce ricordare che in realtà tale modello aveva, a sua volta, soppiantato l'organizzazione per mestieri della generazione di nuova conoscenza che era stata praticata in Europa e negli Stati Uniti nei primi decenni del secolo. L'organizzazione per mestieri si accordava perfettamente al ruolo basilare dell'apprendimento e della conoscenza implicita nella generazione di nuovo sapere e nella correlata introduzione di cambiamenti tecnologici che incidevano sui rapidi avanzamenti delle industrie meccaniche: dalle macchine utensili alle automobili al macchinario industriale. Qui, la conoscenza implicita basata sull'apprendimento rappresentava l'input di base per la generazione di nuova conoscenza; di conseguenza i mercati interni del lavoro, gli apprendistati e le competenze erano considerati i prerequisiti primari per una riuscita generazione di nuove tecnologie. In tale contesto le imprese minori potevano fare concorrenza alle imprese maggiori e contribuire in misura significativa al tasso di accumulazione di nuova conoscenza e di introduzione di nuove tecnologie [Reich 1985; Noble 1977].

Noi sosteniamo che il modello R&S si basa su una felice formulazione teorica, elaborata negli anni cinquanta e sessanta, prevalentemente basata sull'evidenza empirica offerta principalmente dalla rivoluzione chimica di quel periodo. Analisi e discernimenti di questo genere, a proposito della generazione di nuova conoscenza tecnologica, si basavano infatti su generalizzazioni e codifiche di fatti stilizzati, tratti dalle reali tendenze storiche delineate dai progressi della chimica e della biologia e dal concomitante cambiamento tecnologico che risultava da applicazioni assai estese della chimica alla produzione industriale. Nelle scienze chimiche e biologiche, la conoscenza scientifica precede di fatto il progresso tecnologico. La prima si basa su scoperte effettive e la seconda si basa in grande misura su successive verifiche empiriche e analisi di laboratorio che ne consentono applicazioni utili e come tali economicamente rilevanti [Antonelli 1999].

L'esercizio coattivo di forti diritti di proprietà era complementare ad un modello di tal genere ed era considerato un importante strumento istituzionale per aiutare gli investitori futuri ad incanalare

re livelli adeguati di risorse nella generazione di nuova conoscenza tecnologica. Le università costituivano l'ampio bacino comune di conoscenza scientifica cui imprese ed imprenditori facevano ricorso al fine di avviare la loro generazione interna di conoscenza tecnologica e quindi di cambiamento tecnologico [Machlup e Penrose 1950; Machlup 1962; Hirshleifer 1971].

L'industria farmaceutica può essere considerata tutt'oggi l'organizzazione industriale stilizzata che offre un fondamento istituzionale al modello R&S: le università conducono soprattutto la ricerca di base e forniscono scoperte scientifiche che sono infine tradotte in nuovi prodotti presso i laboratori di ricerca delle grandi imprese. La loro dimensione e soprattutto gli elevati livelli di diversificazione offrono importanti opportunità di usufruire di considerevoli rendimenti crescenti specifici e nella messa a punto di innovazioni e, perciò, di barriere all'entrata che a loro volta aumentano l'appropriabilità dei nuovi prodotti che sono per di più brevettati. La concorrenza monopolistica tra imprese in ben definiti mercati di prodotti, solo parzialmente sostituibili, determina elevate quote di extra profitti, parte dei quali vengono utilizzati per finanziare ulteriori attività di ricerca e sviluppo [Mueller e Tilton 1969; Scherer 1984].

2. La comparsa del modello della conoscenza localizzata

Il declino del modo chandleriano di organizzazione della produzione di conoscenza, basato sulle grandi imprese, e la sua parziale sostituzione con sistemi innovativi a rete, è parallelo alla nuova formulazione teorica del modello di conoscenza localizzata, opposto all'approccio *top-down* alla comprensione della nuova conoscenza tecnologica proposto da Arrow. Si veda in questo volume l' incisivo contributo di Stan Metcalfe, uno dei protagonisti in questi anni della riflessione più avanzata su questi temi, sull'evoluzione dell'analisi economica in merito alla definizione stessa di conoscenza tecnologica e al ruolo degli agenti economici nella sua produzione e utilizzazione.

Nel modello della conoscenza localizzata si sottolinea l'omogeneità tra conoscenza scientifica e tecnologica e si rimette in discussione la sequenzialità tra l'una forma di conoscenza e l'altra. In

questo approccio la conoscenza tecnologica è vista sempre più come il risultato di un processo *bottom-up* di accumulazione di competenza tacita, altamente idiosincratica, che viene mescolata alla conoscenza scientifica generica. Si avverte una forte influenza della tradizione hayekiana e quindi si dà risalto al carattere disperso e frammentario della conoscenza tecnologica che solo con una paziente opera di organizzazione e collezione può essere resa fungibile ad uno specifico progetto innovativo. Per tale motivo la conoscenza tecnologica può essere appropriata più facilmente, ma risulta più difficile da comunicare ed applicare in contesti che sono diversi da quello di originaria introduzione. Nel modello della conoscenza localizzata la generazione di conoscenza tecnologica è guidata dalla combinazione dinamica di conoscenza interna e tacita con conoscenza esterna e codificata. La prima consta di conoscenza acquisita tramite processi di apprendimento maturati nello specifico processo produttivo e nel mercato dei prodotti e dei fattori produttivi nel quale ciascuna impresa opera, mentre la seconda consta di informazione tecnologica e scientifica più esplicita e codificata, che viene acquisita grazie ad attività tradizionali di R&S e comunicata per mezzo di procedure canoniche (relazioni scientifiche a congressi, pubblicazioni su riviste scientifiche). La conoscenza esterna, sia tacita che codificata, è ora trattata come input essenziale, nutre direttamente la creazione di nuova conoscenza tramite processi sistematici di collezione e integrazione, assimilazione e ricombinazione. La socializzazione tra ricercatori e quindi forme di comunicazione a forte contenuto interpersonale basate sulla prossimità e patti di fiducia acquisiscono in questo contesto un forte rilievo in quanto, accanto a forme di comunicazione scientifica tradizionale, sono considerate indispensabili per consentire l'effettiva acquisizione di conoscenza esterna sia tacita che codificata [Arrow 1996; Scotchmer 1991; Stephan 1996; Antonelli 1999].

La capacità innovativa delle imprese riposa su varie combinazioni di queste quattro forme di conoscenza e dei quattro processi specifici su cui si basano: apprendimento, R&S, socializzazione e ricombinazione. L'interazione tra ogni singola forma di conoscenza è infatti vitale per aumentare i tassi di accumulazione di conoscenza tecnologica. Le imprese devono trovare modi per gestire questo complesso mix di apprendimento, socializzazione, ricombinazione

ed attività di ricerca e sviluppo [Winter 1987; Ciborra 1993; Gibbons *et al.* 1994].

In tale contesto, le condizioni di accesso alla conoscenza esterna, nell'ambito di sistemi di innovazione locali e nazionali, diventano fattore chiave nella generazione di nuova conoscenza [Nelson 1993; Lundvall e Johnson 1994]. La comunicazione tecnologica infatti è resa difficile dalla varietà e complessità dei dettagli e le applicazioni in cui la nuova conoscenza è incorporata. La circolazione di informazione tecnologica appare sempre più il risultato di sforzi intenzionali piuttosto che un processo spontaneo. Le imprese costruiscono attivamente sistemi di comunicazione servendosi della cooperazione con le altre imprese e con le università; ubicando le loro unità di ricerca all'interno di distretti tecnologici, commerciano tecnologia non incorporata e fanno affidamento su l'*outsourcing* tecnologico; stimolano i dipendenti a prendere parte al processo innovativo avviando processi *bottom-up* di comunicazione tecnologica interna. Infatti i caratteri fondamentali della conoscenza tecnologica, ovvero cumulabilità, compatibilità e complementarità di singoli saperi, rendono la comunicazione tecnologica sempre più necessaria, affinché possano realizzarsi ulteriori progressi nella generazione di conoscenza tecnologica e nella introduzione di ulteriori cambiamenti tecnologici.

La cooperazione industriale tra imprese di manifattura si dimostra sempre più importante in questo contesto. Le procedure di ricerca cooperativa tra imprese indipendenti, soprattutto nella progettazione di nuovi prodotti complessi che si basano su una molteplicità di componenti, sono pratica comune nell'industria e forniscono una pluralità di esempi di scambio e commercio di conoscenza sia tacita che codificata tra gruppi di esperti, in cui ciascuno si specializza nella progettazione di componenti complementari [Arora e Gambardella 1990; 1994]. La discriminazione nelle condizioni di accesso ed utilizzo della nuova conoscenza prodotta all'interno di club tecnologici sta divenendo un dispositivo istituzionale essenziale per l'incremento dell'affidabilità ed efficacia della cooperazione. I partner si accordano sullo studio di forme selettive di accesso ai risultati della ricerca selettiva. Queste procedure si basano su differenti intervalli di tempo e su un accesso parziale al risultato complessivo. A sua volta la partecipazione a club tecnologici si basa

sempre più su forme differenziate di contribuzione di competenze ed esperienza maturate in ambiti specifici. Si veda, in questo volume, l'analisi empirica di Aldo Geuna e Myriam Mariani sull'evoluzione della partecipazione di imprese italiane alla cooperazione tecnologica promossa dall'Unione Europea.

L'*outsourcing* tecnologico è il secondo elemento chiave del nuovo modello di produzione della conoscenza. Servizi ad intensità di conoscenza orientati alle imprese (*knowledge intensive business services*) sono oggi disponibili sul mercato e le imprese fanno affidamento su di essi per ottenere input specializzati ad alta intensità di conoscenza (*knowledge intensive*) che possano essere acquistati piuttosto che prodotti internamente. L'interazione tra imprese di manifattura ed imprese di servizi diviene una seconda condizione chiave per il raggiungimento di elevati tassi di generazione di nuova conoscenza tecnologica e per la successiva introduzione di innovazioni tecnologiche. Il sistematico *outsourcing* tecnologico è del resto in uso anche presso le imprese innovative e si realizza nella forma di commercio di conoscenza tecnologica non incorporata². Le imprese vendono ed acquistano conoscenza tecnologica in una pluralità di forme quali il puro e semplice commercio di brevetti, le licenze d'uso, lo scambio di *know-how* e l'assistenza tecnologica. I diritti di proprietà intellettuale sono ora principalmente considerati dispositivi di segnalazione e di commercio che aiutano a localizzare i proprietari di forme specifiche di conoscenza e rendono le transazioni più agevoli [Ordover 1991].

In terzo luogo, la cooperazione tra università ed imprese è sempre più frequente e le imprese fanno affidamento sulle università non soltanto in quanto mezzo per accedere alla conoscenza codificata, riconducibile ad una molteplicità di usi idiosincratici, mentre la conoscenza implicita è elaborata internamente, ma in quanto partner nella generazione di nuova conoscenza tecnologica. La qualità e le condizioni di accesso ai centri di ricerca delle università di-

² Analisi empiriche recenti dimostrano che i flussi dei pagamenti della bilancia tecnologica dei paesi Ocse hanno manifestato un forte incremento sin dagli ultimi anni ottanta, sia in termini assoluti sia rispetto alle spese domestiche di R&D e contribuisce in modo significativo alla definizione dei tassi di crescita della produttività totale dei fattori [Antonelli 1999].

viene un fattore primario nella selezione della ubicazione dei centri privati di ricerca [Rosenberg e Nelson 1992]. Sempre più le università generano conoscenza tecnologica (anziché scientifica) che è direttamente rilevante per la produzione di nuove tecnologie e le imprese spesso contribuiscono all'avanzamento della conoscenza scientifica. In larga misura la distinzione tra ricerca accademica e ricerca orientata al business non sta più nel contenuto scientifico bensì nella struttura degli incentivi che presiedono alla sua messa a punto: se essa miri ad alimentare il processo di pubblicazione accademico e quindi a sostenere una carriera accademica o sia assimilabile ad una particolare prestazione d'opera, remunerata e contrattualmente definita, e possa invece essere tenuto segreto o protetto tramite diritti di proprietà intellettuale nell'interesse del finanziatore. Nel contempo i budget delle università sono sempre più finanziati con contratti stipulati con imprese nell'ambito di programmi di ricerca finalizzati alla generazione di innovazioni tecnologiche direttamente attinenti al processo di produzione e al marketing di nuovi prodotti [Geuna 1999].

In questo contesto la tradizionale separazione tra ricerca accademica e attività di ricerca e sviluppo portate avanti da imprese risulta sempre meno adatta e sempre meno efficiente. Il coinvolgimento attivo delle università e di altre istituzioni accademiche nella accumulazione di nuovo sapere tecnologico sembra un importante input per la definitiva generalizzazione della comprensione deduttiva e quindi per l'ulteriore sviluppo di nuova conoscenza scientifica oltreché tecnologica. Nel contempo le imprese possono avvantaggiarsi delle competenze specifiche e dell'esperienza dei ricercatori accademici mentre i ricercatori accademici possono avere una più attiva e diretta partecipazione nel processo di generazione di applicazioni sulla base delle quali non solo la conoscenza tecnologica ma la stessa conoscenza scientifica può essere sviluppata. Si veda a questo riguardo l'analisi di Luigi Orsenigo e Emanuela Cancogni, in questo volume, sulle difficoltà, incontrate nell'esperienza italiana, di avviare relazioni positive e virtuose tra il mondo industriale e il sistema accademico in un paese con una tradizione scientifica illustre, ma certo a forte contenuto umanistico anziché tecnologico.

L'agglomerazione di attività di ricerca all'interno di distretti tecnologici è un aspetto costitutivo del nuovo modo di produzione del-

la conoscenza. Le imprese selezionano luoghi adeguati in cui collocare i laboratori di R&S, su scala globale, secondo le dotazioni locali in termini di mercati per personale specializzato, infrastrutture scientifiche e tecnologiche e in particolare qualità e tradizione dei centri di ricerca universitaria e non, sistemi di comunicazione in loco, opportunità di socializzazione tecnologica con altri partner complementari, collocazione concomitante di altri centri di ricerca avanzata, offerta di servizi avanzati *knowledge intensive*, qualità e tradizione delle competenze specifiche accumulate in loco. Tale specializzazione regionale emerge come potente meccanismo di auto-rafforzamento che conduce all'individuazione di un numero ristretto di luoghi in tutto il mondo in grado di attrarre un crescente numero di istituzioni di ricerca. Si veda a questo riguardo in questo volume l'analisi di Fabrizio Cesaroni e Alfonso Gambardella sui parchi scientifici e in particolare sulla difficoltà di tradurre in strumenti di politica economica e territoriale l'esperienza acquisita osservando alcune dinamiche virtuose e spontanee.

In questo contesto l'apprendimento gioca un ruolo chiave e appare sempre più chiaro, nella teoria e nella pratica, che senza uno sforzo intenzionale di tutti gli agenti che partecipano al processo di produzione, a tutti i livelli della struttura gerarchica dell'impresa, esso non può realizzarsi. L'apprendimento, al pari di molte altre attività nella teoria economica, non può essere considerato come bene libero o come una manna. Lo sviluppo e la valorizzazione dell'apprendimento necessita di specifiche procedure organizzative e di una struttura di incentivi. Soltanto quando tale organizzazione è in funzione le imprese possono effettivamente apprendere e trarre vantaggio dagli effetti positivi nell'accumulazione di efficace conoscenza tecnologica localizzata ed in definitiva nell'introduzione di nuove innovazioni tecnologiche.

I tassi di generazione di conoscenza localizzata dipendono pesantemente dai processi di apprendimento e dalla loro cumulabilità. Questi elementi focalizzano l'attenzione sul ruolo dei dipendenti delle imprese innovative, in termini di livelli di coinvolgimento, partecipazione attiva nei processi di produzione ed entità degli sforzi intenzionali diretti all'accumulazione di capitale organizzativo e tecnologico. La partecipazione attiva ed il contributo di sforzi emotivi ed intellettuali di una qualificata forza lavoro nella messa in

opera e nella valorizzazione dei processi di apprendimento rende possibile l'accumulazione di conoscenza tecnologica, permettendo la valutazione corretta dello specifico contesto di azione, ed accrescendo la corrispondenza tra la disponibilità di nuova conoscenza codificata e l'esperienza di ciascuna impresa. In effetti sembra sempre più evidente che tassi di accumulazione e valorizzazione di *know-why*, *know-how*, *know-where* e *know-when* si basano sui livelli di partecipazione della forza lavoro qualificata sia nella produzione che nelle decisioni.

Questa relazione sembra svolgere un ruolo forte soprattutto nei *knowledge intensive business services* (servizi ad intensità di conoscenza orientati alle imprese) per i quali l'innovazione consiste spesso nella generazione di soluzioni specifiche fatte su misura per il consumatore ed altamente idiosincratiche. Tali soluzioni innovative possono essere elaborate soltanto da dipendenti coinvolti e creativi in grado di mettere insieme conoscenza generica e per ciò alti livelli di capitale umano con uno sforzo dedicato alla comprensione effettiva delle specifiche condizioni di consumatori e utilizzatori.

A questo punto, il ricorso ai salari di efficienza, ovvero la definizione di livelli di retribuzioni in funzione del rendimento effettivo che comprende la capacità di alimentare l'attività innovativa dell'impresa, diviene particolarmente significativa. Le imprese fissano le retribuzioni secondo il rendimento ad un livello in eccesso rispetto al livello di produttività del lavoro di breve periodo ed al costo opportunità dello sforzo dei lavoratori, così che non solo si scoraggiano i comportamenti opportunistici, ma anche e soprattutto per esercitare un diretto positivo effetto sulla partecipazione attiva della forza lavoro nel processo di apprendimento. La definizione di salari di efficienza accresce la fedeltà e l'impegno e stimola comportamenti professionali nei lavoratori dipendenti capaci di sviluppare relazioni informali e un miglior lavoro collettivo, condividendo l'informazione ed accelerando l'emergere di conoscenza tacita. Un efficace mercato interno del lavoro che favorisca l'avanzamento di grado di dipendenti competenti all'interno dell'impresa rappresenta un importante strumento complementare per accelerare l'accumulazione di esperienza e conoscenza implicita. In effetti tali mercati mantengono il lavoro competente all'interno dell'impresa ed agiscono come forte incentivo per stimolare la partecipazione della

forza lavoro ai processi di apprendimento. Da questo punto di vista i salari di efficienza riducono i *turnover* e quindi la cessione di conoscenza tacita che era stata acquisita e non ancora resa disponibile all'organizzazione. I salari di efficienza accrescono i tassi di apprendimento in quanto aiutano a trattenere la manodopera specializzata e consentono, lungo l'intervallo di tempo disponibile all'impresa, di valorizzare la conoscenza tacita acquisita da ciascun dipendente competente e di fonderla con la conoscenza codificata e implicita degli altri membri dell'organizzazione. In sintesi, i salari di efficienza possono concorrere, anche in modo significativo, ad alimentare l'accumulazione di conoscenza localizzata dato che stimolano i dipendenti più motivati e in grado di prendere parte in maniera creativa ad attività di *problem solving* e attivano i processi induttivi di *learning by doing*, *learning by using* e soprattutto di *learning to interact* con i consumatori e negli approvvigionamenti.

In parallelo con le nuove tendenze verso l'*outsourcing* tecnologico, la selezione localizzativa delle unità di ricerca e l'apprendimento tecnologico, cambiamenti significativi si stanno verificando nell'organizzazione della generazione di nuova conoscenza all'interno delle aziende. I grandi laboratori centralizzati di R&S vengono rimpiazzati da reti interne di unità di apprendimento. Laboratori di R&S di minori dimensioni vengono creati all'interno di divisioni, a diretto contatto con ed in prossimità di impianti di manifattura. Si stanno anche manifestando nuove forme di integrazione quasi-verticale. L'acquisizione sistematica di aziende minori fortemente innovative è diventata pratica comune come modo per estendere lo stock di conoscenza disponibile. I laboratori di ricerca specializzata sono stati ubicati in altri paesi per beneficiare delle locali esternalità tecnologiche e per regolare meglio il flusso di comunicazione tecnologica tramite la socializzazione tra ricercatori nell'ambito di parchi scientifici e di distretti tecnologici. I laboratori centrali di R&S sono stati riorganizzati con obiettivi di coordinamento al fine di accrescere il controllo generale delle attività di apprendimento dislocate in luoghi diversi [Pavitt 1987; 1991; 1999].

Per molti versi, la crescita delle imprese multinazionali ha spianato la strada a tali cambiamenti. La produzione di conoscenza si trova al centro della nuova impresa globale la cui direzione centrale opera in qualità di sintetizzatore delle competenze fondamentali e

delle specifiche conoscenze tecnologiche che vengono sviluppate presso ciascuna filiale. L'interazione tecnologica tra affiliate e direzione generale si verifica nell'ambito di mercati interni della tecnologia ed è caratterizzata in misura crescente da un flusso nelle due direzioni tra competenze generiche e conoscenza codificata che si trovano presso la direzione generale e le specifiche competenze idiosincratice che si trovano presso le unità produttive e più direttamente coinvolte nel rapporto con utilizzatori e fornitori locali. Le unità periferiche si avvalgono delle competenze tecnologiche della direzione generale per risolvere problemi specifici, in altri termini, per applicare le competenze generiche e la conoscenza codificata che è stata elaborata centralmente. Nel contempo, la direzione generale può fornire risposte a domande inoltrate dalle affiliate ed imparare, attraverso processi di comunicazione, dalla conoscenza tacita che emerge in periferia. Il cuore tecnologico delle imprese globali agisce come centro di *problem solving* in grado anche di apprendere e quindi di fornire informazione tecnologica costantemente aggiornata [Cantwell 1989].

La nozione di conoscenza localizzata sta diventando la modalità organizzativa preminente nella messa a punto di conoscenza tecnologica. Le imprese hanno elaborato una molteplicità di strumenti per accrescere la comunicazione tecnologica tramite nuove forme di connettività e di ricettività come:

1) riorganizzazione della R&S con reti interne di ricerca dislocate in luoghi diversi e basate su una molteplicità di piccoli laboratori di R&S specializzati ed interattivi, sotto il controllo del management di divisione, spesso dislocato in sistemi innovativi regionali e in stretta vicinanza agli impianti produttivi e comunque in diretto contatto con i mercati degli input e dei prodotti;

2) accresciuti livelli di *outsourcing* tecnologico verso fornitori specializzati ad alto contenuto di conoscenza e sapere tecnologico che si specializzano nella gestione di complesse interfacce tra la conoscenza esterna tacita e codificata e la conoscenza interna;

3) intensa partecipazione a club tecnologici multidisciplinari;

4) ricerca sistematica di conoscenza esterna non incorporata ed acquisto della stessa dagli innovatori originari come input per ulteriori ricombinazioni;

- 5) accresciuti contatti con le università e gli ambienti della ricerca scientifica in generale;
- 6) selezione globale dei siti in cui ubicare i laboratori di ricerca e sviluppo all'interno di distretti tecnologici;
- 7) uso esteso di salari di efficienza al fine di stimolare i dipendenti riflessivi a contribuire al processo innovativo.

La conoscenza tecnologica localizzata, in quanto elaborata per contesti specifici di applicazione da ben definiti club di attori, ha un forte carattere di bene privato: è più facilmente appropriabile e più facilmente divisibile. Per lo stesso motivo, e a causa dell'importante ruolo della cumulabilità, l'accesso alla conoscenza coperta da diritti di proprietà è sempre più importante come condizione di generazione di nuova conoscenza: quindi il crescente bisogno di valutare se il disegno istituzionale che sottende alle attuali forme di protezione della proprietà intellettuale e delle politiche di concorrenza siano effettivamente indicate alla creazione di un'economia orientata alla produzione e diffusione di conoscenza non incorporata [Ergas 1987; Metcalfe 1995b; Mazzoleni e Nelson 1998].

In questo nuovo contesto, le imprese minori possono forse partecipare più intensamente di quanto non accadesse nell'epoca e nel modello della R&S all'introduzione di nuove tecnologie, proprio in quanto possono valorizzare la loro capacità di attivare i processi di apprendimento, anche facendo ricorso ai salari di efficienza, e quindi di accumulare adeguati livelli di conoscenza localizzata. La qualità e la struttura dei sistemi innovativi in cui tali imprese minori sono localizzate assume tuttavia carattere ancor più qualificante che in passato e quindi la dipendenza da forme varie di esternalità è particolarmente accentuata. Le imprese minori possono innovare solo se un sistema innovativo qualificato da centri di eccellenza universitaria, un'offerta avanzata di servizi ad alto contenuto di conoscenza, una rete di imprese complementari e affini capaci di pratiche collaborative, l'accesso a mercati della conoscenza, è effettivamente in essere. La localizzazione in questo contesto appare una variabile sempre più rilevante. Si veda, in questo volume, l'analisi di Daniele Archibugi, Rinaldo Evangelista e Leopoldo Nascia sul ruolo delle piccole e medie imprese nel sistema innovativo italiano.

La diffusione delle nuove tecnologie di informazione e comunicazione (ICT) è stata un fattore importante nella diffusione di un nuovo modo di produzione di conoscenza tecnologica tra le imprese. All'interno dei club tecnologici, legati da sistemi di comunicazione *on line*, le imprese possono massimizzare l'efficienza della produzione di conoscenza quando contano le economie di dimensione, propagando i benefici verso un ampio numero di utilizzatori complementari, mantenendo tuttavia il controllo sulle condizioni di appropriabilità garantite da accordi contrattuali *ex ante* e rafforzate dalla creazione e di una buona reputazione e da segnalazione. In questo contesto, le applicazioni ICT, rafforzate da un nutrito ventaglio di forme contrattuali, sembrano sempre di più consentire la formazione di efficaci mercati quasi-interni per l'effettivo scambio e commercio di informazione tecnologica e di conoscenza tecnologica. L'eventuale comportamento opportunistico dei partner può essere sanzionato non soltanto compromettendo la reputazione di fedeltà ed affidabilità dei membri, creando così barriere all'entrata in altri club, ma anche e soprattutto con l'esclusione dalle reti interaziendali di comunicazione e scambio sulle quali si fonda la cooperazione tecnologica, per esempio il mutuo accesso a banche dati, a software coperto da diritti di proprietà, ad archivi elettronici e così via. Queste strutture cooperative stanno dando vita ad opportunità di accumulazione ed esercizio di potere di mercato è limitato soltanto dalla proliferazione di opportunità tecnologiche che permettono a club rivali di mettere in atto strategie tecnologiche alternative [Antonelli, Geuna e Steinmueller 1999].

In particolare si vede come i nuovi orientamenti dell'organizzazione della produzione di conoscenza tecnologica nel campo specifico della generazione di tecnologie di informazione e comunicazione mettano in evidenza il ruolo chiave della convergenza tecnologica di una molteplicità di discipline scientifiche e tecnologiche e di forme di conoscenza nonché di applicazioni di un numero ristretto di leggi generali ad un'enorme varietà di contesti specifici. Il carattere specifico dell'accumulazione di nuova conoscenza in questa area richiama una attenzione crescente sul ruolo della comunicazione e della ricombinazione tecnologica di elaborazioni e di specificazioni incrementali come fonte principale di conoscenza aggiuntiva. Per molti versi le tecnologie di informazione e comunicazione possono oggi

essere considerate il vettore fondamentale di «fatti stilizzati» sulle attuali tendenze nella direzione della conoscenza tecnologica e nell'organizzazione della produzione della conoscenza in generale.

Organizzazione del volume

La comprensione del processo di generazione della conoscenza tecnologica ha subito un sostanziale mutamento nel corso degli ultimi venticinque anni. Il modello basato sul processo *top-down* di applicazione di generici principi scientifici in una molteplicità di contingenti condizioni operative di imprese industriali viene ora sostituito con un modello *bottom-up* localizzato in cui il ruolo dell'apprendimento, della socializzazione e della ricombinazione, insieme a principi scientifici generali, è oggi messo in rilievo.

Il modello R&S presupponeva che la conoscenza tecnologica avesse un forte carattere di bene pubblico a causa degli alti livelli di non-escludibilità, non-divisibilità e non-appropriabilità dei principi scientifici generali sui quali riposava. Le grandi imprese monopolistiche e diversificate della tradizione chandleriana erano le istituzioni «migliori» per via del potere monopolistico *ex ante* ed *ex post* e del mercato interno per lo scambio di conoscenza, per la creazione di incentivi ed applicazioni di nuovi principi scientifici all'attività economica.

L'innovazione localizzata, intesa come risultato di un processo collettivo di sintesi di informazioni e conoscenze disperse e idiosincratiche e alimentato da processi di comunicazione finalizzati a sostenere l'interazione tra una molteplicità di istituzioni e di attori capaci di apprendimento nell'ambito di reti tecnologiche multidisciplinari, sembra emergere quale nuova modalità dominante di organizzazione della produzione di nuova conoscenza. In questo contesto la comprensione delle leggi che governano la circolazione orizzontale e trasversale, la divulgazione e la ricombinazione di conoscenza tecnologica assume una forte e crescente rilevanza.

Il volume è strutturato intorno a questi temi e comprende il saggio di J. Stan Metcalfe in cui viene analizzata l'evoluzione delle regole della divisione del lavoro nel processo innovativo con particolare riferimento alla ridefinizione del rapporto tra conoscenza scientifica e conoscenza tecnologica.

Una formulazione più articolata del modello della conoscenza tecnologica è proposta da chi scrive nel secondo saggio, in cui gli elementi costitutivi del nuovo modello interpretativo vengono ricostruiti accanto all'analisi della dissoluzione del modello tradizionale che pure tanta parte ha avuto nella costituzione dell'economia e della politica dell'innovazione nella seconda metà di questo secolo.

Una rivisitazione delle principali fonti di dati e un aggiornamento sui volumi delle risorse investite nei principali paesi industrializzati nelle attività di ricerca e sviluppo con alcuni approfondimenti circa i più significativi cambiamenti negli ultimi anni sono proposti nel terzo saggio da Alessandra Lanza e Martin Marchesi.

Le nuove forme dell'interazione e della comunicazione tecnologica costituiscono l'oggetto specifico di approfondimento, con particolare riferimento alla realtà italiana, dei saggi di Fabrizio Cesaroni e Alfonso Gambardella sui parchi scientifici, di Aldo Geuna sulla partecipazione delle imprese italiane ai club tecnologici promossi dall'Unione Europea, di Aldo Geuna e Myriam Mariani, sulle relazioni tra università e industria di Luigi Orsenigo e Emanuela Cancogni.

Il significativo cambiamento in atto, su scala globale, nel modo di produrre e utilizzare conoscenza tecnologica, non solo nella teoria economica, ma soprattutto nella pratica economica, può offrire importanti opportunità ad un paese come l'Italia, tradizionalmente caratterizzato da un numero limitato di grandi imprese, modesti livelli di investimento di risorse in attività di ricerca e sviluppo, ma certo con una forte tradizione nella produzione di conoscenza tecnologica.

L'avvento di un'organizzazione della produzione di conoscenza che favorisce i processi di accumulazione dal basso e, in quanto dà rilievo ai processi di apprendimento, si basa su elevati livelli di partecipazione della manodopera può favorire il *genius loci* a condizione naturalmente che un'adeguata infrastruttura immateriale di reti di comunicazione tecnologica e di capacità di creare e gestire connettività e comunicazione venga messa in opera tempestivamente.

Questi cambiamenti possono avere conseguenze importanti nella definizione dell'agenda della politica economica italiana e delle strategie delle imprese dei prossimi anni. La politica economica dopo l'integrazione monetaria sarà sempre di più politica microeconomica e soprattutto politica dell'innovazione e politica del lavoro.

Cristiano Antonelli

I nuovi caratteri dell'organizzazione della produzione della conoscenza tecnologica possono offrire importanti opportunità al sistema economico italiano per valorizzare le sue forti caratteristiche reticolari. Una politica dell'innovazione consapevole delle nuove prospettive nella produzione di conoscenza tecnologica può cogliere risultati importanti, proprio in quanto valorizza la connettività tra le imprese e le istituzioni di ricerca.

L'innovazione come problema europeo: vecchie e nuove prospettive sulla divisione del lavoro nel processo innovativo*

J. Stan Metcalfe

«A country's eminence in a field of science is not a good guide to its economic strength and growth»¹

Introduzione

Nel corso degli ultimi quattro decenni, la relazione tra scienza, tecnologia e risultati economici è stata un tema sempre presente nelle discussioni e nei dibattiti pubblici. Le questioni, a questo proposito, sono complesse e spesso caldamente contestate, riflettendo in ciò profonde differenze d'opinione sui criteri di finanziamento dell'attività scientifica, di correlazione della scienza e della tecnologia e di collegamento della tecnologia con la creazione di ricchezza. Più recentemente questo dibattito si è cristallizzato nei termini del – cosiddetto – paradosso europeo: malgrado una sproporzionata autorevolezza in ambito scientifico, il risultato ottenuto dai paesi europei in termini di sviluppo tecnologico e la posizione raggiunta in relazione al commercio di prodotti ad alta tecnologia sono considerati essere sproporzionatamente deboli.

Da ciò si deduce che il sistema innovativo europeo debba essere rafforzato [Caracostas e Maldur 1998]. Proprio la questione della relazione scienza-competizione sarà sottoposta ad esame critico nel corso di questo saggio. Una lettura superficiale del paradosso

* Le idee presentate in questo studio sono state espresse in varie circostanze tra cui il meeting dell'ottobre 1995 presso la British Association for Advancement of Science e nel saggio scritto in onore di Clem Tisdell. La conferenza presso la Fondazione Giovanni Agnelli dell'ottobre 1998 mi ha offerto l'opportunità di ripensare alcune delle questioni principali alla luce dei recenti sviluppi della letteratura sul tema.

¹ «Il prestigio di un paese in campo scientifico non è necessariamente un indicatore della sua forza e crescita economica» [Carter e Williams 1964, pag. 197].

porta alla conclusione che i suoi sostenitori siano rimasti intrappolati nell'idea di un processo innovativo lineare: una maggiore produzione scientifica dovrebbe implicare necessariamente creazione di maggiore ricchezza. Tuttavia, ciò non corrisponde a verità. Infatti, dietro all'analisi del paradosso da essi proposta risiede la profonda complessità del processo innovativo nelle moderne economie; una complessità che gli studiosi hanno incominciato ad esaminare con qualche successo. La vera natura del problema consiste, io credo, nella necessità di accettare il ruolo relativamente trascurabile, ma in ogni caso essenziale, della scienza nel processo innovativo e di accettare il fatto che i legami tra scienza e tecnologia costituiscono un problema tanto di disegno delle istituzioni quanto di spesa in R&S. Proprio questa affermazione contiene le principali implicazioni per la politica innovativa. Esiste, cercherò di dimostrarlo, un filo logico che attraversa l'evoluzione del pensiero politico degli ultimi anni. Un filo conduttore che riconosce che, se la scienza e la tecnologia sono finanziate come investimenti nazionali, la questione decisiva diventa quella di assicurare che gli investimenti producano un adeguato ritorno, un ritorno che si rifletta, in definitiva, in aumento della competitività, in potenziale creazione di ricchezza, in qualità della vita. Questa linea ha caratterizzato la politica tecnologica degli Stati Uniti e dell'Europa così come del Regno Unito. In verità, dato che i nuovi programmi istituzionali assicurano che un più efficace rendimento sia ottenuto da scienza e tecnologia, questo fatto di per se stesso fornisce il più forte degli argomenti a favore dell'incremento della spesa in ricerca e sviluppo di qualsiasi genere. In breve, la scienza è diventata una vittima della diminuzione dei ritorni in proporzione allo sforzo. Persino prima della fine della guerra fredda il suo ruolo nella creazione di ricchezza è stato soggetto a revisione critica. Le ragioni dell'incremento degli investimenti in attività scientifica dipendono da una maggiore efficienza delle politiche innovative più in generale, e con la probabilità di una maggiore ristrettezza di budget ciò rende le ragioni ancora più insistenti. È questa la tesi che intendo esplorare nel corso di questo saggio.

In poche parole, sosterrò che un'efficace politica innovativa europea richiede la consapevolezza del fatto che la scienza e la tecnologia sono branche distinte ma interdipendenti della conoscenza.

Entrambe rappresentano un input necessario alla creazione di ricchezza ed una loro efficace equiparazione necessita della creazione di sistemi per il supporto della tecnologia e per l'innovazione che risultino in definitiva adeguati. Sistemi che trascendano sempre più i confini naturali. La principale caratteristica distintiva di tali sistemi è l'impegno collaborativo dell'industria (abbreviazione che uso per definire i maggiori utilizzatori di scienza e tecnologia) e degli organi accademici nella messa in atto di programmi di sviluppo della conoscenza, in modo tale che si possa in definitiva mettere insieme tutti i rilevanti ed assai eterogenei progressi ottenuti nello studio dei fenomeni naturali, progressi necessari allo sviluppo dell'innovazione.

La caratteristica essenziale del moderno processo innovativo è rappresentata dalla multidisciplinarietà degli input di conoscenza in associazione con le molteplici fonti istituzionali di conoscenza pertinente. Nessuna azienda può aspettarsi di innovare in isolamento e la questione relativa al modo in cui essa è compresa all'interno della matrice delle istituzioni che generano sapere diventa di primaria importanza ai fini della elaborazione di una politica innovativa. I sistemi innovativi distribuiti diventano il contesto nel quale le politiche esercitano, in un modo o nell'altro, la loro influenza.

Suggerirò che il principale scopo della scienza e della tecnologia debba essere pertanto quello di assicurare la creazione di efficaci sistemi di supporto alla tecnologia che facciano da ponte tra le industrie e la base scientifica. Di contro, il principale scopo della politica d'innovazione deve essere quello di combinare il sapere scientifico e quello tecnologico con la conoscenza delle opportunità di mercato. Bisogna riconoscere che le imprese, le università e gli enti pubblici di ricerca sono istituzioni sostanzialmente differenti, ognuna impegnata nel conseguimento di uno scopo specifico. Far diventare le istituzioni accademiche completamente commerciali è tanto imprudente quanto lo è far diventare le imprese private eccessivamente non commerciali. La divisione del lavoro che tra esse si stabilisce non è fortuita, e il problema politico centrale è quello di decidere quale sia la maniera più produttiva di mettere in relazione queste diverse istituzioni. In breve la politica scientifica e quella tecnologica dovrebbero essere impegnate in processi di loro pertinenza e non direttamente in specifici eventi innovativi che sono di

per se stessi imprevedibili. Si tratta dell'espressione di una politica per un mondo non lineare.

Cercherò inoltre di esplorare quattro punti controversi che ci aiuteranno a definire la natura ed il contributo della politica scientifica e tecnologica alle *performances* innovative dell'economia europea. Essi sono, in ordine di trattazione: le caratteristiche specifiche che distinguono la scienza e la tecnologia quali rami della conoscenza; l'importanza di una prospettiva di sistema; la congiunzione, ad opera delle istituzioni, delle imprese e delle università nella generazione e nello sfruttamento della conoscenza scientifica e tecnologica; le ragioni economiche dei differenti tipi di politica tecnologica analizzate sia dal punto di vista dell'equilibrio sia dal punto di vista evolutivo. Infine, tratterò il processo di previsione per il programma scientifico del Regno Unito, quale esempio di specifica politica di collegamento, il cui scopo fondamentale è quello di creare un complesso di sistemi di supporto alla tecnologia appropriati e specifici per settore.

1. *Caratteristiche distintive di scienza e tecnologia*

Non è singolare iniziare osservando che il dibattito pubblico raramente si preoccupa di stabilire adeguate distinzioni tra scienza e tecnologia o tra le molteplici attività che conducono al loro sviluppo. Cominciamo, quindi, coll'individuare due possibili spiegazioni del finanziamento pubblico dell'attività scientifica. La prima considera la produzione scientifica una sorta di culturale prodotto di consumo che istruisce ed intrattiene il pubblico in generale. Questa è, di sicuro, un'opinione del tutto valida: la scoperta di una nuova stella o di una finora sconosciuta specie di piante sono, in questi termini, non meno degni di nota, dell'esecuzione di una nuova sinfonia. Arricchiscono ed allietano la comprensione del nostro mondo. Sebbene triste è tuttavia comprensibile che questo non sia il genere di argomenti a cui si ricorre abitualmente quando si deve motivare il sostegno pubblico alla scienza². Quella che viene, invece, scelta,

² Sebbene, sicuramente, esista almeno nel Regno Unito, un assai diffuso interesse per la comprensione pubblica della scienza, e per la scienza come componente dei *curricula* scolastici.

promossa ed accettata dal governo e dall'*establishment* scientifico è la seconda visione, una visione strumentale, per la quale la scienza è un investimento che genera un ritorno più che compensativo in termini di creazione di ricchezza o di migliori standard di vita attraverso i progressi della medicina o un migliore controllo dell'ambiente. Questo moderno argomento a favore dell'investimento in attività scientifica è stato un tema reso noto per la prima volta da Vannevar Bush nello studio *Scienza. La frontiera infinita* pubblicato nel 1945 (sebbene la visione della scienza come «uovo d'oro» può essere fatta risalire almeno a Francis Bacon nel 1635), studio nel quale veniva pronunciata la forte affermazione secondo cui

«New products, new industries and more jobs require continuous additions to knowledge of the *laws of nature* [...] essential new knowledge can be obtained only through basic scientific research»³.

Come suggerito da Wise [1985] questa è l'attestazione originale del moderno modello lineare o di linea di produzione del processo innovativo⁴. E nel Regno Unito, non più tardi del 1968, il Central Advisory Council for Science and Technology poteva affermare che la scienza di base è all'origine di «tutta la nuova conoscenza senza la quale le opportunità di un ulteriore progresso tecnologico *si sarebbero presto esaurite*» (corsivo nostro). Questa visione, oggi assolutamente screditata, fu nondimeno estremamente influente per almeno due decenni dopo il 1945 così come lo furono i corollari gemelli che da essa derivano: che la tecnologia si trovi al di sotto della scienza in una gerarchia di importanza, che la tecnologia sia soltanto scienza applicata, e che il flusso di nuova conoscenza scientifica cresca in proporzione ai fondi allocati in ricerca di base [Wise 1985; Keller 1984].

È probabilmente utile sottolineare che questa visione della scienza veniva espressa con un certo vigore da Alfred Marshall nel

³ «Nuovi prodotti, nuove industrie e maggiore lavoro richiedono un continuo incremento della conoscenza delle *leggi della natura* [...] questa nuova, indispensabile conoscenza può essere ottenuta *soltanto* attraverso la ricerca scientifica di base» (corsivo nostro).

⁴ Anche Branscomb [1993] si riferisce ad esso definendolo modello a condutture della relazione tra scienza tecnologia.

J. Stan Metcalfe

periodo immediatamente successivo alla prima guerra mondiale. Nel suo *Industry and Trade* [1919], egli sosteneva quanto segue:

«History shows that almost every scientific discovery, which has ultimately revolutionised methods of industry, has been made in the pursuit of knowledge for its own sake, without direct aim at the attainment of any practical advantage: Universities are the proper place for such pursuit of *pure science*...»⁵.

Probabilmente, non risulta sorprendente, se si pensa a Marshall come ad un economista che comprese a pieno l'importanza dell'incremento dei ritorni e della divisione del lavoro, il fatto che si trovi nella sua argomentazione un'enfasi sulle differenti classi di laboratori (scienza pura, tecnologia, controllo di qualità) e il rilievo attribuito al lavoro di gruppo che permette di far confluire competenze diverse nel processo di avanzamento della conoscenza. Senza timore di smentite, si può affermare che Marshall abbia descritto gli elementi – costitutivi – del sistema innovativo; egli intese in profondità quale fosse l'importanza degli scienziati puri «che si mantengono in contatto con alcune delle industrie i cui metodi possano essere migliorati grazie all'incremento della conoscenza delle proprietà dei prodotti che essi studiano» [*Ibid.*, pag. 100].

All'interno di tale prospettiva, Marshall individuò chiaramente un ruolo per la collaborazione tra imprese nell'attività di ricerca, collaborazione che in maniera ideale avrebbe dovuto ottenere un qualche sostegno statale che permettesse il controllo dei possibili abusi anti-concorrenziali ai danni del consumatore; egli fu inoltre assolutamente consapevole del fatto che i costosi laboratori avrebbero procurato un vantaggio competitivo alle imprese di maggiori dimensioni.

Marshall è incredibilmente moderno nella sua trattazione. *Industry and Trade* è denso di riferimenti all'importanza delle differenze nazionali nelle istituzioni scientifiche e tecnologiche e all'idea se-

⁵ «La storia dimostra che quasi tutte le scoperte scientifiche, che hanno in definitiva rivoluzionato i metodi dell'industria, sono state ottenute perseguendo la conoscenza di per se stessa, senza un diretto intento al raggiungimento di qualsivoglia particolare vantaggio pratico: le università sono il luogo preposto al perseguimento della scienza *pura*...» [pag. 100].

condo la quale «il pensiero, l'iniziativa, la conoscenza sono gli incentivi più potenti alla produzione». Sembra pertanto che la tradizione baconiana fondata sul principio dell'utilità individuale della scienza abbia esercitato sul pensiero e sulle politiche una significativa influenza anche molto tempo dopo la sua enunciazione che è addirittura precedente alla rivoluzione industriale. Si tratta, tuttavia, di una visione con schiaccianti limitazioni.

Il primo e determinante punto debole di tale visione strumentale consiste nel fatto che essa rende conto soltanto di un'esigua frazione delle attività coinvolte nel processo innovativo. Il ritorno in termini d'innovazione e creazione di ricchezza dipende da un'ampia gamma d'altre attività e d'altri investimenti di carattere non scientifico e tecnologico molto diversi. A meno che tali attività siano realizzate in maniera così efficace da trasferire la scienza in possibilità di sfruttamento, il ritorno economico delle supplementari spese in attività scientifiche è probabilmente destinato a ridursi molto rapidamente. Sia che si utilizzi un approccio *demand-pull*, sia che si utilizzi un approccio *science-push* al modello lineare, la debolezza rimane invariata, risorse complementari di natura diversa devono essere accumulate al fine di trasformare la conoscenza di base in ricchezza economica. La politica d'innovazione deve necessariamente acquisire una visuale più ampia rispetto a quella della politica scientifica o di quella tecnologica.

Ciò mi conduce al secondo punto debole del modello lineare, che riguarda l'importante *status* della scienza e della tecnologia. Un gran numero di recenti studi ha stabilito, piuttosto chiaramente, che scienza e tecnologia sono due rami della conoscenza, largamente indipendenti, ma mutuamente benefici, creati da differenti processi di accumulazione, all'interno di comunità chiaramente differenti, in contesti istituzionali differenti [Layton 1987; Vincenti 1990; Keller 1984; Faulkner 1994]. Entrambe risolvono i problemi, sono creative, possiedono immaginazione, ma i problemi sono nettamente distinti e le comunità rispondono a diversi meccanismi di incentivazione⁶. In termini più estesi si può sostenere che la scienza sia per sua natura accademica, il suo output atteso consiste nell'aggiunta di

⁶ Faulkner [1994] fornisce una percettiva e completa revisione dei più importanti aspetti della relazione tra scienza e tecnologia e dei legami con l'attività innovativa.

nuovo sapere – valido di per sé – allo stock di conoscenza esistente.

La scienza è aperta, gli output sono largamente diffusi in una cultura di divulgazione internazionale e gli incentivi primari si manifestano in termini di priorità di pubblicazione. Al contrario la tecnologia è per sua natura pratica, il suo output atteso è costituito dai manufatti e dai mezzi grazie ai quali essi sono progettati, costruiti, messi in opera ed il loro valore intrinseco consiste nell'essere giudicati non per la fondatezza della conoscenza, ma per l'utilità pratica della conoscenza stessa. Tanto più la scienza è aperta quanto più la tecnologia è chiusa, con pratiche di divulgazione sostanzialmente differenti ed un naturale interesse per la segretezza o la protezione tramite brevetti quando i diritti di proprietà privata sono messi in gioco. Inoltre, mentre è indispensabile, ai fini della riproducibilità dei risultati scientifici, che essi siano codificabili, gran parte della pratica tecnologica rimane in un regno silenzioso, comunicato con facilità solo attraverso l'osservazione e la sperimentazione, senza ricorrere alla pubblicazione. Questo è il motivo per cui un'importante dimensione dell'attività tecnologica riguarda le capacità personali dei professionisti in essa impegnati.

Un'immediata conseguenza di ciò si manifesta nella negazione dell'assunto secondo cui la tecnologia debba essere considerata semplicemente scienza applicata. Meglio, la tecnologia è una branca distinta della conoscenza, ha propri principi operativi e proprie norme di progettazione e proprie comunità di professionisti, poiché la conoscenza tecnologica è essenzialmente conoscenza locale [Antonelli 1999]. I tecnologi hanno progettato e messo in opera manufatti con largo anticipo rispetto a qualsiasi comprensione scientifica ed il loro lavoro ha direttamente stimolato i tentativi di comprendere le leggi naturali che sottostanno al funzionamento dei manufatti stessi.

Esiste un'altra prospettiva che permette di chiarire molti aspetti della relazione tra scienza e tecnologia. Non è difficile intendere che, se la scelta dei problemi tecnologici fosse operata in maniera casuale non si genererebbe, di conseguenza, molto progresso. Il numero di possibilità combinatorie è semplicemente troppo vasto e, perciò stesso, le scoperte individuali non avrebbero alcun impatto a meno che non fossero poste in connessione con altre teorie ed altri fatti largamente accettati. Pertanto l'avanzamento tecnologico è ne-

cessariamente cumulativo, all'interno di un set di principi progettuali dati, esso procede lungo percorsi che, almeno *ex post*, sembrano implicare una propria logica intrinseca. Il progresso tecnico implica una variazione guidata per la quale sapere dove cercare all'interno del set di possibili opzioni è assolutamente decisivo ai fini di un rapido avanzamento [Metcalf e DeLiso 1998]. Proprio in questa fase la scienza offre un suo contributo decisivo, fornendo quella conoscenza necessaria a stabilire quali siano le direzioni verso cui rivolgersi e soprattutto quelle da ignorare nel processo di avanzamento della tecnologia e fornendo strumenti per l'indagine [Vincenti 1995; Pavitt 1991]. Una migliore comprensione scientifica è perciò un contributo funzionale ad una più efficiente ricerca tecnologica [Nelson 1982; Gibbons e Johnson 1974] e permette di ridurre il costo del progresso tecnologico. Non è utile, di conseguenza, affermare che la scienza guidi e che la tecnologia segua o viceversa. Si tratta di rami distinti della conoscenza che, creati per scopi differenti, si supportano reciprocamente.

Non desta alcuna sorpresa il fatto che scienza e tecnologia si chiariscano a vicenda, ciò che invece risulta essere una questione di grande interesse è il modo in cui questo processo di divisione del lavoro e di mutuo chiarimento funzioni e sia istituzionalizzato.

Proprio tale intuizione si cela dietro alle illuminanti analisi recentemente proposte da Stokes [1997]. Egli sostiene che buona parte della pratica scientifica non possa essere collocata alle estremità – mutuamente esclusive – dello spettro che va dalla scienza di base alla scienza applicata. Piuttosto, molta parte di quella che viene definita scienza di base è di fatto una fondamentale esplorazione delle proprietà della natura con il *chiaro intento* di applicare tali proprietà in contesti pratici. Dietro ai molti tentativi di sviluppo di tassonomie troppo semplici per la classificazione dell'attività scientifica, dietro alla cattiva organizzazione delle istituzioni che si occupano di scienza, e nella dottrina della separazione dei relativi ruoli del settore pubblico e di quello privato nella promozione della scienza, altro non v'è che la riluttanza ad accettare il semplice dato di fatto di una ricerca di base orientata all'applicazione. L'Ocse, inoltre, ha ripreso ed integrato tali temi sostenendo, correttamente, l'importanza delle *transfer sciences* (ingegneria, farmacologia, agronomia, informatica, medicina) che gettano un ponte tra lavoro di base e ap-

plicazioni nell'ambito dell'intrapresa scientifica [Ocse 1992]⁷. Due lezioni, io credo, debbano essere tratte da tutto ciò: che molti e diversi tipi di sapere godono del medesimo *status* nel processo innovativo, e che il disegno delle istituzioni scientifiche e tecnologiche abbia una grande rilevanza pratica ai fini del collegamento tra scienza ed innovazione. A questo proposito, il lavoro di Stokes rappresenta una rovinosa critica della visione Bacon/Bush ma lascia insolute due ulteriori questioni relative alla relazione tra scienza ed innovazione.

La prima di tali questioni è conseguenza dell'orientamento pratico della conoscenza tecnologica e della sua stretta interazione con gli stimoli economici e sociali. Ciò che tecnologi ed ingegneri progettano e costruiscono deve superare il test di attuabilità economica e di accettabilità sociale. La progettazione è in definitiva normativa: *si decide sempre* quale sia la migliore, leggi più proficua, combinazione di materiali trasformati in componenti e connessi in sistemi di scala variabile di grandezza, che riduca i costi ad un livello minimo o che innalzi il valore del prodotto ad un livello massimo⁸. Un tale approccio, che dipende da uno specifico contesto economico e sociale, non ha senso quando si sia alla ricerca dell'unica, eterna verità a proposito di qualche fenomeno naturale.

Altrettanto importante è il secondo dato di fatto: molti progressi tecnologici derivano dall'esperienza acquisita utilizzando e producendo particolari manufatti. Questa dipendenza del progresso tecnologico dall'esperienza pratica ottenuta con la diffusione e l'*introduzione* di manufatti nell'economia è una caratteristica sostanzialmente distintiva del cambiamento tecnologico, non condivisa dalla scienza.

I mercati e le tecnologie evolvono insieme ed il modo in cui la

⁷ Le scienze *transfer* sono precisamente quelle costitutive del Quadrante di Pasteur nell'analisi proposta da Stokes ed inoltre esse si accordano facilmente con la nozione proposta da Gibbons *et al.* della produzione di conoscenza *mode2*. Come correttamente messo in rilievo dalla relazione dell'Ocse i loro ruoli ibridi e di collegamento non implicano che essi manchino di coerenza. Le comunità di professionisti impegnate sono normalmente formate nelle distinte associazioni di settore [Ocse 1992, pagg. 35-37].

⁸ Petroski [1996] elenca i seguenti aspetti dell'attività di *engineering*: progettazione, analisi, fallimenti, aspetti economici, estetica, comunicazione, politica e controllo di qualità (per nominarne solo alcuni).

tecnologia si sviluppa è fortemente determinato dall'andamento e dalla direzione della richiesta di mercato. Questa è, sicuramente, una delle implicazioni chiave della letteratura relativa al ciclo di vita del prodotto [Utterback 1994] e della moderna analisi della diffusione dell'innovazione.

Sapere per che cosa i consumatori sarebbero disposti a spendere il proprio denaro non è un genere di conoscenza meno significativa di quella scientifica o di progettazione che sorregge l'ideazione di qualsiasi particolare manufatto. Purtroppo, l'attuale teoria dell'innovazione trascura quasi completamente il ruolo di questa conoscenza riferita alla domanda.

Ora, mettendo insieme tutte queste osservazioni si può intuire che il motivo per cui un certo numero di studiosi ha avanzato perplessità nei confronti del modello lineare risiede nell'incapacità, da esso manifestata, di rendere conto della natura ricorsiva ed autocatalitica dell'attività innovativa [Langrish *et al.*, 1972; Kline e Rosenberg 1986]. Vorrei ora mettere in rilievo un diverso aspetto. I differenti tipi di conoscenza, essenziali per il processo innovativo, vengono accumulati tramite processi sostanzialmente eterogenei in contesti istituzionali altrettanto eterogenei. La scienza è guidata dalla teoria e dalla sperimentazione e portata avanti principalmente nelle università e nei laboratori di ricerca pubblici. Ingegnerizzazione e tecnologia sono guidate in misura relativamente minore dalla teoria, dipendono piuttosto da una lunga pratica di tentativi ed errori, nei termini della quale l'insuccesso nell'uso è spesso considerato un evento importante ai fini della generazione di conoscenza e, infine, sono principalmente portate avanti dalle aziende.

La conoscenza del mercato è quasi completamente priva di fondamento teorico, dipende invece da congetture comprovate e riviste nell'ambito delle ancora più opache condizioni del mercato concreto. Naturalmente, i vari tipi di conoscenza sono accumulati ad un ritmo differente e da istituzioni specializzate nello sviluppo di specifici generi di conoscenza. Proprio questa intuizione costituisce il fondamento della nuova rilevanza attribuita ai sistemi innovativi. Per innovare ed essere competitivi vari generi di conoscenza si rendono indispensabili e ciò sollecita lo stabilirsi di un qualche sistema di interazione e comunicazione. La divisione del lavoro nel campo della produzione di conoscenza implica la presenza di coordinamento per tradurre la conoscenza in usi pratici. Il coordinamento è una proprietà del sistema.

2. *Il contesto sistemico*

Il punto centrale in questa prospettiva è sintetizzato al meglio nei termini dello sviluppo di una infrastruttura per la scienza e la tecnologia all'interno del sistema dell'economia; una infrastruttura che faciliti la comunicazione diretta dei risultati scientifici già raggiunti e nel contempo influenzi la selezione delle future priorità di ricerca presso le diverse organizzazioni.

Questa infrastruttura altro non è che un complesso di istituzioni che si interconnettono al fine di creare, conservare e trasferire la conoscenza e le abilità che determinano opportunità tecnologiche. Molte istituzioni vi prendono parte: imprese private, università ed altri enti educativi, associazioni professionali, laboratori governativi, agenzie private di consulenza ed associazioni di ricerca industriale. Si stabilisce fra questi soggetti una consistente divisione del lavoro e, date le peculiarità economiche dell'informazione cui più sotto si accennerà, la predominanza di sistemi di coordinamento quali reti, strutture di comitati pubblici ed altri metodi mediati dal mercato. La divisione del lavoro si dimostra di notevole importanza quale parametro per la valutazione del livello di connessione dei vari elementi. Istituzioni differenti sono tipicamente portatrici di culture differenti, usano «linguaggi» differenti, operano su scale dei tempi differenti e si danno obiettivi ultimi differenti, come più sopra evidenziato nel breve confronto tra scienza e tecnologia. Potremmo pertanto sostenere che la conoscenza sia «vischiosa», in parte indecifrabile, non fluisce agevolmente tra differenti istituzioni. Esiste, quindi, un gravoso problema di politica cui dedicarsi nel tentativo di ottenere un maggiore grado di connettività⁹.

Una delle linee di pensiero a questo proposito ha sottolineato, a ragion veduta, l'importanza dell'istituzione di infrastrutture scientifiche e tecnologiche, il cui dominio non si estenda oltre i confini nazionali [Freeman 1987; 1994; Lundvall 1992; Nelson 1993]. La formulazione e l'implementazione delle politiche sono processi essen-

⁹ Si veda Andersen, Metcalfe e Tether [1998] e Green *et al.* [1998] per una più approfondita elaborazione della prospettiva sistemica. Anche Edquist [1997] per un'ottima panoramica sullo stato dell'arte. Smith [1997] propone una eccellente affermazione della prospettiva di un'infrastruttura per sistemi innovativi.

zionalmente nazionali, nonostante la crescente varietà di politiche condotte a livello europeo. Esistono, tuttavia, buone ragioni a sostegno dell'elaborazione di una prospettiva nazionale sia verso il basso che verso l'esterno. È importante riconoscere che le differenti tecnologie richiedono differenti infrastrutture di supporto, una prospettiva settoriale del sistema innovativo diviene, quindi, essenziale. Questo è semplicemente uno dei modi di riconoscere la specificità delle opportunità innovative che si offrono alle imprese [Carlsson 1997]. D'altra parte, è chiaro che le infrastrutture di settore frequentemente trascendono i confini nazionali. La scienza è sempre stata intesa come sistema internazionale e la stessa cosa si può sempre più affermare a proposito della tecnologia.

I governi collaborano sempre maggiormente ai principali programmi per lo sviluppo di tecnologie, spesso nel campo delle tecnologie di difesa, e le società transnazionali sono tipicamente impegnate in molteplici attività di sviluppo tecnologico, che vengono coordinate tramite le diverse infrastrutture nazionali. È dunque sempre più evidente il delinearci di iniziative transnazionali per lo sviluppo di tecnologie, come esemplificato dallo European Framework Programme che si avvia ora alla sua quinta fase, e da altre collaborazioni di più piccole dimensioni. Un importante insegnamento per il futuro deve essere tratto da quanto detto. I governi saranno sempre meno in grado di prendere in isolamento decisioni relative alla politica tecnologica, le politiche dovranno essere coordinate e compatibili, nel timore di rendere i propri paesi un luogo privo d'attrattiva per le attività di sviluppo della tecnologia [Carlsson 1995].

Una seconda linea di pensiero, esplorata da Gibbons e colleghi [1994], attrae l'attenzione sulle caratteristiche emergenti del nuovo modello di produzione della conoscenza che si accorda perfettamente con la visione secondo la quale l'innovazione necessita di vari tipi di conoscenza per essere portata avanti con successo. Ciò che essi definiscono conoscenza «modalità 2» viene prodotta in contesti di applicazione, ha il compito di cercare soluzioni ai problemi su base transdisciplinare, è sottoposta a tests che ne valutino l'operabilità e non l'attendibilità, impegna una molteplicità di attori organizzativi, di luoghi e di capacità. Contemporaneamente questo implica l'esistenza di un sistema distribuito per l'innovazione non necessariamente vincolato ai confini nazionali o di settore. Si

tratta probabilmente della generazione di conoscenza per una economia globale.

Ora queste prospettive sistemiche emergenti acquistano maggiore rilevanza se si riflette sulla tradizionale motivazione economica delle politiche scientifiche, tecnologiche ed innovative e sulla sua eventuale rimozione a favore di una prospettiva evolutiva.

3. Aspetti economici della politica tecnologica

Gran parte della moderna discussione sui temi della scienza, della tecnologia e della politica d'innovazione è basata su una dicotomia imprecisa e fuorviante almeno quanto quella che distingue scienze di base e scienze applicate. Si tratta della distinzione tra sfere di attività economica di specifico interesse privato o pubblico e della dottrina del fallimento del mercato ad essa associata. Un complesso di idee che ha dimostrato di possedere una certa forza come spiegazione delle politiche di intervento ma, allo stesso tempo, di essere uno strumento molto meno efficace per l'ideazione di politiche specifiche. Facciamo dunque accenno ad alcune giustificazioni del sostegno pubblico della scienza e della tecnologia basate sulla teoria dei fallimenti del mercato.

Le più evidenti e meno problematiche sono quelle che trattano degli imperfetti diritti di proprietà e dell'incertezza del risultato dei progetti per l'elaborazione della conoscenza. In certa misura si può far fronte ai problemi generati dai primi grazie ai sistemi di brevetto e di copyright e grazie al diritto di priorità, sancito dalle convenzioni di pubblicazione scientifica. La seconda è, invece, di più difficile risoluzione.

Certamente l'idea che i rischi connessi alla generazione di conoscenza possano essere accuratamente computati ed utilizzati nei calcoli attuariali dei costi e dei benefici attesi finisce per essere piuttosto improbabile. Le innovazioni, al pari di tutte le scoperte, rappresentano eventi unici a proposito dei quali il calcolo delle probabilità si dimostra un metodo di analisi poco appropriato. Buona parte del processo decisionale implicato dalla generazione di conoscenza è alla radice un atto di fede, con ritardi tra creazione di conoscenza ed applicazione che risultano necessariamente imprevedibili. In più,

non è affatto ovvio che il processo di accumulazione di conoscenza scientifica sia meno rischioso della accumulazione di conoscenza del mercato [Callon 1994]. Una immediata conseguenza di ciò è quella che gli economisti definiscono «informazione asimmetrica», uno squilibrio in termini di conoscenza e fiducia che si stabilisce tra le imprese ed i potenziali fornitori di capitale o i consumatori, e tra i manager di R&S e il consiglio direttivo dell'impresa.

I potenziali finanziatori non sono in grado di valutare la credibilità delle affermazioni fatte da una impresa né il consiglio direttivo può valutare sempre accuratamente le affermazioni del personale tecnico. Selezione avversa ed azzardo morale rappresentano le conseguenze di tale fenomeno ed entrambe contribuiscono all'istituirsi di una inefficiente allocazione delle risorse. Le imprese quindi trovano difficile convincere altri ad accettare i rischi dello sviluppo tecnologico, in altre parole è difficile assicurare i progetti legati allo sviluppo di innovazione. In certa misura, tale fenomeno finisce per avvantaggiare le grandi imprese per il fatto che esse riescono a ripartire i rischi su un portafoglio di progetti e ci aiuta a comprendere le spinte verso un livello maggiore di collaborazione nel lavoro di R&S e verso fusioni ed acquisizioni tra società a base altamente tecnologica. La conseguenza di tutto questo è che le transazioni di conoscenza siano mediate con metodi non di mercato, principalmente attraverso reti ed altre forme di accordo tra organizzazioni e singoli, procedure che permettono lo stabilirsi di rapporti di fiducia e credibilità e contribuiscono ad arginare le dannose conseguenze dell'informazione asimmetrica.

Consideriamo adesso il problema relativo alla natura di bene pubblico dell'innovazione. La conoscenza – scientifica e tecnologica – non si esaurisce con l'uso, e, una volta scoperta, è in linea di principio utilizzabile da qualsiasi singolo individuo in molteplici occasioni. Utilizzando una terminologia economica potremmo affermare che siamo davanti ai fenomeni di non rivalità e non escludibilità. Per questo motivo, segue l'argomentazione, il singolo non è incentivato a sufficienza a rivelare il valore di un elemento di conoscenza e ciò ha conseguenze avverse nei termini della disponibilità a pagare per ottenere la conoscenza stessa e dello stabilirsi di relazioni di domanda che possano essere predette. Bisogna tuttavia osservare che il carattere di bene pubblico non implica che la comunicazione della conoscenza sia senza costi: in molti casi essa richiede comunicazione

tra «menti affini» accessibile solo a coloro che abbiano acquisito simili competenze che li rendano in grado di comprendere la rilevanza della nuova informazione scientifica e tecnologica. La conoscenza è un bene pubblico nel senso della non rivalità nell'uso, ma non è necessariamente un bene libero e ciò è particolarmente vero a proposito della complessa conoscenza tecnologica. Di qui, la questione spesso evidenziata relativa al fatto che, per beneficiare dell'informazione tecnologica prodotta da altri, ognuno debba fare il proprio considerevole investimento in competenze tecnologiche. Pertanto, si può correttamente sostenere con Callon [1994] che i limiti che possono essere posti all'escludibilità dipendano dal modo in cui la conoscenza è espressa dai differenti mezzi di comunicazione e che l'accesso a qualsivoglia particolare conoscenza dipenda dalle risorse complementari che vengono accumulate per dare senso alla conservazione ed all'uso di espressioni fondate sulla conoscenza. La debolezza del modello del bene pubblico consiste nel fatto che esso mette sullo stesso piano colui che trasmette e colui che riceve la comunicazione e trasmette completamente l'importanza della modalità intercomunicativa. Ciò risulta del tutto inutile.

Mi rivolgerò ora ad una terza ed ampia classe di fallimenti del mercato, quelli che fanno riferimento all'indivisibilità e al fenomeno dei ritorni crescenti generati dallo sfruttamento della conoscenza. Addirittura fondamentale ai fini dell'efficienza economica della produzione e diffusione di conoscenza è il fatto che lo sfruttamento di una scoperta sia caratterizzato da ritorni crescenti: il costo medio della produzione di un elemento di conoscenza diminuisce se esso viene adoperato in misura più estesa. Dato che non si può innovare sulla base di «frazioni» di tecnologia o su «quarti» di un fatto scientifico, la creazione della conoscenza, che serve da supporto all'innovazione, implica un costo che è di fatto indivisibile. Questo costo fisso rende la valutazione *ex ante* virtualmente impossibile e denota incidentalmente che stabilire il prezzo in base al costo marginale dell'innovazione si risolverebbe nella mancata copertura dei costi di generazione della conoscenza. Il risultato di tali considerazioni si concretizza nella completa incapacità del modello della concorrenza perfetta di suggerire i principi direttivi che permettano di operare in un mondo in cui si richiede alle imprese di innovare per poter competere. I costi fissi, di fatto inevitabili, che esse devono affron-

tare implicano che i mercati in cui si opererà saranno fondati nella migliore delle ipotesi sul modello della concorrenza imperfetta. L'unico modo per aggirare il problema potrebbe essere quello di far sì che i laboratori pubblici sviluppino tecnologia o che tutte le spese per attività di ricerca e sviluppo condotte dai privati siano completamente sovvenzionate da fondi pubblici. Due situazioni che sembrano non possedere anche solo la remota possibilità di verificarsi.

Lasciando da parte le ben note manchevolezze di cui i governi possono rendersi responsabili quando intervengono, per esempio, puntando troppo in fretta sul cavallo sbagliato, è chiaro che l'utilizzo del fallimento del mercato come struttura a fondamento della politica innovativa lascia molto a desiderare [Metcalfe 1995a; 1995b]. Il fondamento logico da essa offerto non ci dice nulla a proposito della ideazione di strumenti politici né dei metodi più appropriati per l'implementazione né infine di quali siano i campi di attività che hanno effettivamente necessità di essere supportati per riuscire a portare avanti i propri tentativi di innovazione. Il centro di interesse deve quindi essere posto sulla nuova conoscenza, sulle nuove abilità tecniche o sui nuovi manufatti? Deve riguardare la progettazione, la costruzione o la messa in opera? Si deve puntare alla creazione di innovazione o alla diffusione di innovazione? Le risposte a queste domande danno vita ad iniziative di *policy* molto differenti, in parte a causa del fatto che l'incidenza del fallimento del mercato varia in maniera considerevole nell'ampio spettro scientifico e tecnologico.

La debolezza principale dell'approccio basato sui fallimenti del mercato non sta tanto nella sua mancanza di precisione, ma nel suo sforzo di stabilire una prospettiva di *policy* entro i limiti della teoria dell'equilibrio statico dei mercati e dell'industria. Tutti gli argomenti a proposito dei fallimenti del mercato identificano aspetti rilevanti della produzione e dell'uso della conoscenza, ma tali aspetti prendono piena forma soltanto in relazione alla natura dinamica del processo competitivo. La competizione richiede un comportamento attivo e non passivo e la capacità di ottenere un accesso privilegiato alla conoscenza è il nucleo centrale di tale comportamento. La competizione deriva dalla ricerca di un vantaggio competitivo, e lo sviluppo di nuovi prodotti e nuovi processi è il principale sistema con cui esso viene raggiunto nel capitalismo moderno. Le imperfezioni identificate dall'approccio al fallimento del mercato pertanto possono esse-

re viste in un'altra prospettiva, come aspetti integranti e necessari alla produzione e divulgazione della conoscenza in una economia di mercato. In tale prospettiva risulta certamente scorretto definirli imperfezioni o fallimenti del mercato. Si tratta senza dubbio di una questione non nuova: per coloro che hanno studiato Schumpeter esse si configurano quali caratteristiche naturali di un processo economico guidato dalla *distruzione creatrice*. In altri termini si può affermare che senza le asimmetrie informative il processo competitivo non avrebbe nulla su cui operare. La natura di bene quasi pubblico della conoscenza, l'indivisibilità e i ritorni crescenti, le incertezze intrinseche dei processi creativi e la natura imperfetta dei diritti di proprietà sono essenziali per il funzionamento del capitalismo di mercato. Non si tratta di imperfezioni da eliminare per mezzo di manovre politiche. Piuttosto, il ruolo della politica deve essere quello di assicurare che le condizioni per la continua generazione di asimmetrie di conoscenza si conservino. All'interno delle istituzioni veramente competitive tutte le posizioni strategiche istituite sono aperte *alla sfida* e proprio questo legame tra innovazione e competizione si è dimostrato essere la riserva della crescita economica. Il capitalismo si rivela quindi *incessante* e la competizione è alla radice un processo di diffusione delle diverse scoperte, la cui utilità non può essere facilmente predetta in anticipo. Il meccanismo di mercato è uno schema entro il quale condurre esperimenti, ed inoltre, uno schema che permette di facilitare l'adattamento dell'economia a tali esperimenti.

4. *La politica innovativa ed un sistema sperimentale*

Il punto centrale dell'argomentazione sin qui condotta consiste nel fatto che gli aspetti dinamici delle moderne economie capitalistiche dipendono essenzialmente dalla capacità da essi dimostrata di agire in qualità di sistemi per la sperimentazione; sistemi che generano di continuo nuove varietà di comportamenti che vengano poi esaminati, adottati o respinti dagli ambienti economici e sociali. L'innovazione *in quanto* generazione di varietà in combinazione con le proprietà dei processi di selezione rende la competizione un processo evolutivo. Cosa ha tutto ciò a che fare con la politica innovativa?

Dobbiamo in primo luogo riconoscere che il contesto per le poli-

tiche viene offerto dai sistemi innovativi e dalla competizione dinamica in mercati più o meno aperti. Sia i sistemi sia i mercati rappresentano dispositivi che permettono di trarre vantaggio dalla divisione del lavoro e l'efficacia di entrambe dipende dallo schema di inter-comunicazione e dal conseguente coordinamento delle attività delle varie agenzie. I mercati comunicano, certamente, attraverso il meccanismo dei prezzi e si coordinano attraverso il bilanciamento di entrate ed uscite. Le reti dell'innovazione sono meno evidenti, comunicano attraverso processi sociali che si fondano su nozioni quali competenza, fiducia ed autorità e sono coordinate grazie ad accordi di reciprocità nei quali gli scambi di conoscenza in un senso vengono abitualmente compensati con scambi nell'altro senso.

Ora sia i mercati che le reti di innovazione sono proprietà costitutive della moderna economia, essi tendono a compenetrarsi e si manifestano come ordine spontaneo di sconvolgente complessità. Ma in entrambe, l'attività che deve essere facilitata è la produzione e lo scambio di beni o di conoscenza.

Le politiche d'innovazione in senso stretto devono essere considerate strumenti utilizzati al fine di modificare l'ordine spontaneo, trovano giustificazione principalmente nella correzione del «fallimento del sistema» piuttosto che del «fallimento del mercato». Naturalmente in senso più ampio molte altre azioni politiche influiscono sul processo innovativo, in particolare le politiche macroeconomiche, le politiche a favore della competizione e quelle per l'istruzione, che si spiegano nei termini della necessità di dotare il sistema di soggetti che possiedano competenze adeguate nei campi delle scienze, della tecnologia, della gestione d'impresa¹⁰.

In ogni caso, il mio interesse è qui rivolto alle politiche d'innovazione propriamente dette. Per indagare ulteriormente questo argomento ritengo opportuno distinguere quattro elementi specifici che danno vita al processo innovativo: l'opportunità di innovare, così come delineata dalla varietà della conoscenza (scientifica, tecnologica e di mercato) che determina quale sarà l'innovazione possibile; le risorse disponibili per lo sviluppo e lo sfruttamento dell'innovazione; gli incentivi allo sviluppo dell'innovazione; la capacità di gestire tut-

¹⁰ La prospettiva di EMU ha certamente profonde implicazioni per tutte le politiche di *background* qui presentate.

ti i vari elementi necessari ad innovare in maniera tempestiva. La prospettiva che si basa sul fallimento del mercato ha messo in evidenza la questione relativa ad incentivi e risorse. I sistemi di brevetto e di copyright sono studiati per operare in condizioni di appropriabilità imperfetta, ed una ampia gamma di programmi per la sovvenzione di iniziative di R&S procura alle imprese le risorse e potenzia gli incentivi a destinare le proprie risorse all'attività innovativa. Da un punto di vista evolutivo l'aspetto più importante dei finanziamenti alla R&S è che essi sono generici e non specifici, cioè erogati a favore di un singolo progetto o di una singola impresa. La riduzione della tassazione per attività di R&S soddisfa questo requisito (ma soltanto per le aziende che traggono profitto) e nella stessa direzione operano le sovvenzioni che stimolano l'impiego di scienziati e tecnologi nelle piccola e media impresa in generale. La difficoltà nel gestire qualsiasi programma di finanziamento non è rappresentata tanto dal fatto che i risultati siano imprevedibili, quanto piuttosto dal fatto che il decisore non possa in alcun modo sapere quanto rapidamente i ritorni decrescenti si imporranno sugli sforzi di ricerca in R&S, o quanta parte della sovvenzione venga dissipata in esorbitanti retribuzioni di parte del personale di R&S in regime di offerta anelastica.

Di contro, la prospettiva basata sul fallimento del sistema sposta l'attenzione sulle opportunità di innovazione che si offrono alle imprese e sulle capacità del management delle suddette imprese. Tutto ciò rimanda direttamente all'importanza della divisione del lavoro di produzione della conoscenza e alla natura sempre più transdisciplinare e combinatoria del processo innovativo. Le imprese devono necessariamente cercare al di fuori la conoscenza complementare di cui necessitano, e ciò spiega il recente verificarsi di una rapida crescita delle reti di innovazione a vari livelli: dalla collaborazione bilaterale, ai club di ricerca, alla formazione di istituzioni di ricerca congiunta su larga scala che coinvolgono gli utilizzatori, i fornitori al pari delle imprese innovative. Il risultato di tali collegamenti è quello di accrescere la base di conoscenza presso le imprese innovative, rendendole in grado di produrre innovazioni superiori più rapidamente di quanto altrimenti possibile¹¹. Si tratta fondamentale-

¹¹ Un articolo pubblicato su *Time Higher Education Supplement* (25.9.1998) riferisce di una iniziativa di collaborazione imprenditoriale tra Rolls Royce, British Ae-

mente di dispositivi che permettono di generare e gestire le opportunità tecnologiche dai processi (*spillovers*). Non bisogna però dimenticare che anche le transazioni mediate dal mercato svolgono un ruolo in questo contesto. I contratti di ricerca stipulati tra imprese ed università, i pagamenti delle licenze e, all'altro estremo, le fusioni e le acquisizioni, sono tutti strumenti utilizzati dalle imprese per portare più conoscenza al proprio interno. In verità il mercato del controllo aziendale è un mercato centrale in un'economia sperimentale. Non deve essere considerato semplicemente un espediente per disciplinare un management di poco valore, ma come un dispositivo utile a mettere insieme risorse complementari e a separarle quando si dimostrano essere incompatibili. La disponibilità di meccanismi per condurre a basso costo esperimenti di iniziativa economica è vitale per un processo innovativo creativo e l'emergere di un mercato europeo esteso del il controllo aziendale dovrebbe essere una delle questioni politiche centrali dell'agenda europea.

Molti degli accordi di collaborazione nascono spontaneamente nel quotidiano svolgimento degli affari, ma ciononostante i decisori hanno sviluppato chiari fondamenti logici a giustificazione dell'intervento. La collaborazione è dispendiosa e gruppi di partecipanti alla collaborazione stessa potrebbero essere definiti in maniera talmente ristretta da non poter assicurare sforzi innovativi di natura eterogenea. Di qui la rilevanza attribuita di recente ai programmi di finanziamento pubblico della ricerca pre-competitiva. Quando nuove tecnologie emergono il motivo della promozione di reti per l'innovazione nascente diviene evidente, specie quando le imprese che vi prendono parte sono nuove, piccole e medie. Di particolare importanza potrebbe essere la stimolazione di accordi di rete in relazione allo sviluppo di tecnologie per la qualità della vita, soprattutto di innovazioni nel campo della sanità e dell'ambiente, visto che i mercati in queste aree non sono ben sviluppati.

Altri due fattori dovrebbero regolare la formulazione della politica. Il primo è l'importanza che deve essere attribuita alle *transfer sciences* all'interno della rete d'innovazione. Esse forniscono non

rospace e i dipartimenti di *engineering* di tre delle più importanti università inglesi per lo sviluppo di nuovi processi di progettazione che permettessero di creare e portare più rapidamente sul mercato migliori velivoli.

soltanto gran parte della conoscenza applicativa fondamentale ma anche il collegamento dei vari tipi di ricerca pura nelle università. Visto che i laboratori governativi hanno spesso un alto contenuto di *transfer sciences* risulta di vitale importanza, per il loro lavoro, essere disponibili a prendere parte alle reti. Il secondo fattore è dato dal rilievo che deve essere posto sul carattere guidato della crescita della conoscenza relativa all'innovazione. L'accumulazione di tale sapere non è casuale ma procede entro i limiti posti dalle strutture cognitive che sorreggono il processo di progettazione. Tali strutture sono adottate dai settori di imprese intercomunicative, settori che tipicamente si estendono oltre i confini nazionali. Queste strutture cognitive forniscono un fulcro naturale intorno al quale i governi possono stimolare la formazione di reti, ma che di pari fanno aumentare la probabilità di naturali politiche di supporto che risultino contraddittorie. Il grado in cui le politiche innovative nazionali possono e dovrebbero essere coordinate continuerà ad essere uno dei problemi interessanti dell'agenda europea.

Avendo trattato, forse in misura eccessiva, i temi generali, vorrei concludere concentrandomi su uno specifico esempio di messa in atto di politiche per la formazione di reti che si fondano sui cosiddetti «processi di previsione» (*foresight processes*)¹², processi adottati da tutti i principali partner europei. Si tratta a mio avviso delle più significative innovazioni di *policy* degli ultimi anni, dato che l'aspetto essenziale dell'attività di previsione è rappresentato dal fatto che essa si occupa esplicitamente del collegamento delle istituzioni e della formazione di comunità. Per ovvie ragioni di vantaggio comparativo considererò soltanto l'esperienza britannica.

¹² Si noti a tal proposito la distinzione metodologica tra *foresight* e *forecast*. Si tratta in entrambi i casi di stime congetturali di eventi o processi futuri, basate su indicazioni e fenomeni del presente. Tuttavia, l'attività di *forecast*, ampiamente in uso fino agli anni settanta, si distingue da quella di *foresight*, intervenuta negli ultimi decenni, sia per il diverso orizzonte temporale di presunta validità della previsione, sia per il soggetto promotore della previsione stessa. Nel primo caso si tratta infatti di previsioni con orizzonte temporale addirittura ventennale, portate avanti tipicamente da istituzioni ed organi pubblici ad uso delle imprese. Nel secondo, di previsioni di orizzonte temporale più breve, tri-quinquennale, realizzate anche da soggetti appartenenti al mondo della produzione, ad uso delle imprese stesse e degli organi istituzionali.

5. Previsione della tecnologia

Non esiste indicazione più appropriata del cambiamento delle priorità politiche dai problemi legati a risorse ed incentivi alle questioni relative alla creazione di opportunità e capacità che l'adozione del Technology Foresight Programme (programma di previsione della tecnologia) da parte del governo inglese e di altre nazioni [deLaat e Larédo 1998]. Le attività di previsione sono state definite come:

«[...] a systematic means of assessing those scientific and technological developments which could have a strong impact on industrial competitiveness, wealth creation and the quality of life»¹³

e pare siano state applicate al sistema scientifico e tecnologico giapponese in maniera coerente e per un lungo periodo [Freeman 1987]. Il processo implicato dalla conduzione di un programma di previsione su larga scala è precisamente una questione di collegamento e connettività della base scientifica e tecnologica di una nazione e di questa base teorica con le sue applicazioni. In particolare, l'aspetto rilevante dell'attività di previsione propriamente detta è che essa contempli la conoscenza degli sviluppi della domanda e del mercato. Attività di previsione di tale genere sono necessariamente definite in termini molto ampi in modo da riuscire ad indagare quali siano gli ostacoli e le opportunità sociali ed economiche in relazione allo sviluppo di conoscenza scientifica e tecnologica. Prima di iniziare a commentare la recente esperienza britannica è utile sottolineare che il caso del programma britannico di previsione è stato discusso ampiamente in uno studio Acard, intitolato *Exploitable areas of science* (aree scientifiche sfruttabili) pubblicato nel maggio 1986. In tale studio veniva stabilita una forte connessione tra la visione della scienza come investimento e ciò che lo studio stesso definiva aree scientifiche sfruttabili; un'area scientifica,

«[...] in which the body of scientific understanding supports a generic

¹³ «[...] un mezzo sistematico per stabilire quali sviluppi scientifici e tecnologici potrebbero avere un forte impatto sulla competitività delle industrie, sulla creazione di ricchezza e di qualità della vita» [Georghiou 1996].

J. Stan Metcalfe

(or enabling) area of *technology knowledge*; a body of knowledge out of which many specific products and processes may emerge in the future»¹⁴.

Una politica che permetta di identificare e sostenere aree della conoscenza che possano essere sfruttate veniva distinta chiaramente da una politica orientata invece alla selezione di *successi commerciali*, l'esplicito intento era in questo frangente quello di supportare la creazione di opportunità e capacità, sulla scorta di una conoscenza dalla quale possano emergere possibilità di prodotti e processi non ancora sviluppati. Naturalmente si tratta di un processo a lungo termine e lo studio si occupava esplicitamente di un orizzonte temporale di dieci-vent'anni. Riconoscendo che l'identificazione di tali aree implica difficili problemi di valutazione, è stato sostenuto che, per riuscire a mettere insieme i vari input, stabilire la comunicazione tra scienza ed industria e *mobilizzare* risorse in rapporto allo sviluppo di obiettivi strategici si rendeva necessaria la creazione di una struttura. Pertanto, un'efficace interazione tra comunità scientifica ed industria è considerata di vitale importanza se l'idea dell'investimento in scienza deve essere qualcosa di più che semplice retorica. Data una adeguata struttura, gli elementi di principio per identificare opportunità di sfruttamento della scienza potrebbero essere sintetizzati su tre livelli:

- identificare i legami tra le aree tecnologiche e la conoscenza scientifica di base che ne è il fondamento;
- identificare le classi di prodotti che potrebbero essere significativamente interessate dagli sviluppi tecnologici lungo un orizzonte temporale di vent'anni;
- identificare i mercati di pertinenza e le spinte al cambiamento in quanto essi influiscono sugli incentivi commerciali.

Sicuramente, la natura provvisoria e congetturale di un'analisi del genere fu ben compresa e da ciò conseguì la necessità di aggiornare continuamente l'analisi, riconoscendo che,

¹⁴ «[...] nella quale il corpo di cognizioni scientifiche supporta un'area di *conoscenza tecnologica* generica (o definita); un corpo di conoscenza dalla quale potrebbero in futuro emergere molti prodotti e processi specifici» (par. 2.3.1; corsivo nostro).

«A policy for exploitable science is a process, in which decisions are made in the light of the best available information and reviewed as and when new information becomes available»¹⁵.

Da ciò consegue la principale raccomandazione del gruppo Acard, cioè:

«A process should be established for identifying exploitable areas of science, which has some degree of certainty of continuity, for the long term economic health of the country»¹⁶.

Quasi dieci anni dopo l'inizio del lavoro del gruppo Acard (ottobre 1993) i loro principi ed i loro obiettivi sono stati inclusi nel Technology Foresight Programme del Regno Unito. Tale programma fu annunciato nel Libro Bianco *Realizing our Potential* del 1993, e produsse i suoi primi risultati nel 1995: l'esito dell'unione di scienziati, ingegneri, industrie e governo in un imponente esercizio di identificazione delle opportunità dei mercati e delle tecnologie con alta probabilità di affermarsi nel corso dei prossimi dieci-vent'anni e l'identificazione delle azioni necessarie al loro sfruttamento. In tale processo non si cercò di «selezionare successi», ma, come suggerito dall'Acard, di coinvolgere le parti principali nello sviluppo di visioni condivise in merito alle possibilità che il futuro potrebbe rivelare. A fondamento di tutto ciò si trova l'idea che il futuro competitivo del Regno Unito sia collocato nei settori dell'attività economica ad alto valore aggiunto. Le principali questioni implicate erano: l'identificazione delle tendenze di mercato, delle tendenze sociali e di quelle economiche, l'identificazione delle corrispondenti basi di conoscenza scientifica, di progettazione e tecnologica e le implicazioni del finanziamento pubblico della ricerca, della creazione di professionalità e dell'istruzione.

¹⁵ «Una politica a favore delle scienze che offrono opportunità di sfruttamento è un processo nel quale le decisioni sono prese alla luce delle migliori informazioni disponibili e sono riesaminate come e quando le nuove informazioni diventeranno disponibili» (*Ibid.*, par. 2.10.3).

¹⁶ «Bisognerebbe disporre un processo per l'identificazione delle aree scientifiche sfruttabili, un processo che offra un certo livello di certezza in termini di continuità ai fini della ricchezza economica del paese nel lungo periodo» (*Ibid.*, pag. 12).

La tecnica adottata prevedeva la creazione di quindici *panels* di «esperti» di settore che si consultavano su un'ampia base con le comunità pertinenti dell'industria, delle università e del governo tramite *workshops* regionali, una inchiesta *delphi* su vasto raggio e numerose altre attività¹⁷. Ciascun *panel* ha prodotto una relazione nella quale venivano indicate le principali forze del cambiamento e le questioni di *policy* che scaturiscono dall'analisi e allo stesso tempo venivano identificati i più probabili ostacoli al cambiamento. Si tratta, senza alcun dubbio, della più estesa consultazione di opinioni industriali e scientifiche che si sia mai realizzata nel Regno Unito. Il fatto che lo sviluppo della moderna tecnologia manifesti una forte eterogeneità è essenziale ai fini della salute dell'economia nel lungo periodo, che ci si renda conto del fatto che l'intervallo tra la progettazione e la produzione (*lead time*) può essere consistente.

Può anche accadere che uno dei risultati del *foresight* sarà la riallocazione delle risorse in attività scientifiche e tecnologiche finanziate dallo stato nel Regno Unito. Se così fosse, ciò renderebbe del tutto chiara l'attenta enunciazione dei criteri esterni per il sostegno alla scienza di Weinberg [1967]. Nonostante le forti obiezioni portate avanti dalle lobby della scienza pura, l'uso di criteri esterni non implica il fatto che la scienza pura debba necessariamente essere trasformata in scienza applicata, (cosa che avrebbe ricordato il genio di Vannevar Bush) ma implica, piuttosto, il differente indirizzamento del lavoro scientifico in relazione ad obiettivi non scientifici. Naturalmente, tale politica dovrebbe fare attenzione ad effettuare necessari investimenti di supporto alle *transfer sciences*. Se ciò si verifica, il principale beneficio permanente dell'esercizio di previsione risulta essere il processo stesso e il suo contributo alla formazione di strategie commerciali ed accademiche per la promozione dell'innovazione: la creazione di reti permanenti tra l'industria, il governo e la comunità scientifica e tecnologica, e l'emergere di visioni condivise all'interno delle comunità a proposito di quali debbano essere gli sviluppi complementari nella scienza e nella tecnologia. Coerentemen-

¹⁷ L'indagine *delphi* consiste nella ripetuta raccolta di campioni di opinioni nell'ambito di un *target group*. I risultati di tali campionamenti vengono comunicati ai partecipanti nel periodo che va da un campionamento all'altro, offrendo così l'opportunità di rivedere le proprie opinioni.

te, non viene contemplata nel modo più assoluto una visione unanime sulle tecnologie specifiche o sui percorsi innovativi, ma, piuttosto, si comprende l'ampiezza delle opportunità ipotetiche che si aprono in un particolare settore. Sarebbe insensato che il governo cercasse di predire quale delle opzioni ha più probabilità di riuscire; tale questione infatti rappresenta un problema di innovazione privata e di processo di mercato. Se tutti questi sviluppi dovessero giungere a compimento non soltanto le priorità decisive diventerebbero più chiare, ma la ragione dell'aumento del finanziamento pubblico e privato alla creazione di conoscenza diventerebbe difficile da respingere. In breve le accresciute opportunità e capacità forniscono da sole incentivi e rappresentano esse stesse il motivo di investimento di risorse aggiuntive. In sintesi, il Foresight Programme riflette un impegno crescente di specifici gruppi di imprese nei problemi del coordinamento, della creazione e del supporto dei sistemi di sostegno alla tecnologia, che gettano un ponte tra istituzioni formali ed informali che interagiscono all'interno di una specifica area tecnologica nell'intento di generare, diffondere e utilizzare la tecnologia [Carlsson e Stankiewicz 1991; Carlsson 1995]. Per creare efficaci reti i decisori debbono conoscere quali sono le comunità di scienziati e di professionisti pertinenti, sapere quali sono le configurazioni di progettazione rivali ed assicurare che gli incentivi siano adeguatamente ripartiti. La sequenza di innovazioni che emerge e le imprese che ottengono successi sono il risultato del processo e non una specifica preoccupazione dei decisori. I vincitori emergono, non vengono preselezionati.

Tutto ciò è assolutamente compatibile con una prospettiva evolutiva [Metcalf e Georghiou 1998]. In un mondo che evolve, il ruolo della politica è quello di facilitare lo sviluppo crescente della varietà innovativa, non giudicando col senno di poi il mercato, ma creando le condizioni grazie alle quali le innovazioni possano emergere in maniera più agevole. A questo proposito l'ideazione di politiche non cerca di ottimizzare lo sfruttamento di opportunità date, ma piuttosto, di creare le adeguate condizioni affinché nuove opportunità possano emergere. Il governo non è in grado di prevedere né le innovazioni più probabili, né i mercati più promettenti. Il ruolo ad esso assegnato è invece quello di realizzare un'infrastruttura che funzioni da supporto alle imprese e lasciare che le innovazioni emanino dal processo di mercato.

Certamente, ciò suggerisce un importante test dell'efficienza delle attività di previsione, vale a dire verificare che esse cerchino di mantenere per ciascun campo specifico una serie di opzioni prioritarie di innovazione, e che non cerchino un falso consenso.

Conclusioni

Nel corso di questo saggio ho cercato di offrire una panoramica sui recenti sviluppi della politica innovativa e ho cercato di osservarli attraverso la lente dei nuovi sviluppi della riflessione sulla relazione tra scienza, tecnologia e competizione. A questo proposito l'intuizione di fondo è quella relativa alla natura sperimentale di un'economia di mercato e di rete. Come osservato a proposito da Schumpeter il capitalismo opera per mezzo della distruzione creatrice, un processo che si svolge oggi su scala globale. Gli schemi di competizione internazionale sono costantemente in cambiamento e un paese avanzato deve essere sempre consapevole delle nuove opportunità se intende mantenere i suoi standard di vita. Fondamentale a questo scopo deve essere il livello della sperimentazione innovativa fondata sulle nuove tecnologie ed ho suggerito che un orientamento coerente si è manifestato nella pratica politica degli ultimi vent'anni, orientamento di cui l'attività di previsione portata avanti dal Regno Unito rappresenta un esempio eminente. Il punto centrale di questo cambiamento è stato il rilievo attribuito all'accrescimento delle opportunità di innovazione e delle capacità innovative delle imprese. L'esame finale cui tale spostamento dovrà sottoporsi sarà quello della capacità di creazione tecnologica dell'industria nei prossimi due o tre decenni. Da un punto di vista politico si tratterà di una pretesa ambiziosa. Le economie sperimentali hanno riportato molti fallimenti così come molti successi, il cambiamento alla cieca implica che una grande quantità di sforzo possa portare a niente e che la pazienza sia il compagno sicuro del successo nel lungo periodo.

La nuova economia della conoscenza e dell'attività innovativa
Cristiano Antonelli

Introduzione

L'economia dell'innovazione di derivazione strettamente arrowiana è stata a lungo dominante. Essa suggeriva che l'informazione tecnologica dovesse essere considerata come un bene pubblico, in quanto il suo uso era considerato non escludibile e non rivale e la sua produzione ed uso caratterizzati da elevati livelli di indivisibilità: l'informazione poteva dunque essere facilmente trasferita ed acquisita a bassi costi. Quindi l'informazione tecnologica secondo la tradizione arrowiana non poteva essere appropriata dagli innovatori, ma in cambio poteva essere applicata per una considerevole varietà di usi. Infine, non poteva essere commerciata senza essere rivelata; quindi il suo valore era di difficile valutazione.

In questo approccio la generazione di conoscenza tecnologica era il risultato di una catena deduttiva che utilizzava, come input primario, le scoperte scientifiche e le procedure metodologiche generali sviluppate principalmente nella ricerca pura; tale conoscenza veniva poi applicata ad attività specifiche di ogni impresa. Il flusso di informazioni tecnologiche era considerato un carattere spontaneo dei sistemi economici. I diritti di proprietà intellettuale potevano concorrere ad aumentare l'appropriabilità, ma avevano anche l'effetto collaterale di ridurre la socializzazione dei benefici innovativi [Arrow 1962; 1969; Jaffe 1986; David 1992; Geroski 1995].

Questa visione tradizionale della tecnologia, come informazione, è stata messa in discussione dai recenti sviluppi dell'approccio schumpeteriano che accentua la distinzione tra informazione e conoscenza: l'informazione è solo uno degli input nella generazione

di conoscenza localizzata. Accanto ad essa assumono rilevanza la competenza maturata attraverso processi di apprendimento sia interno che esterno all'impresa e le condizioni della comunicazione tecnologica che definiscono le condizioni di accesso, assimilazione e scambio dell'informazione.

Più specificamente la nozione di conoscenza tecnologica localizzata contrasta la nozione di Arrow della conoscenza generica e si fonda su un approccio in cui la conoscenza tecnologica è considerata un bene quasi-privato con alti livelli di appropriabilità ed escludibilità, generata da un processo caratterizzato da accumulazione e *path-dependence* [Antonelli 1995a; 1999; David 1975; Atkinson e Stiglitz 1969].

Secondo questa letteratura, la conoscenza tecnologica è distinta dall'informazione tecnologica poiché la prima implica la competenza e la capacità necessaria per assimilare, utilizzare le informazioni nel contesto specifico di ogni agente e creare ulteriori informazioni. La conoscenza infatti è «localizzata» in processi di apprendimento interni che sono insiti nel *background* e nelle esperienze di ogni innovatore e nelle condizioni di partecipazione alla comunicazione tecnologica che sono specifiche a ciascun agente. Per tale ragione, la conoscenza, in quanto localizzata, è largamente escludibile ed il suo uso è parzialmente rivale. Più specificamente la conoscenza tecnologica tende ad essere localizzata in ben definite situazioni tecniche, istituzionali, regionali ed industriali: la conoscenza tecnologica è specifica all'industria, specifica alla regione, specifica all'impresa e di conseguenza diventa costoso utilizzarla altrove. Il carattere localizzato della conoscenza tecnologica aumenta la sua appropriabilità, ma ne riduce la circolazione «spontanea» nel sistema economico [Lamberton 1971; David 1993a; 1993b; Mansfield 1985; Jorde e Teece 1990; Rosenberg 1990].

Poiché la conoscenza tecnologica tende ad essere altamente specifica, ed è costoso utilizzarla altrove, le condizioni di comunicazione giocano un ruolo fondamentale nella sua generazione oltreché nel suo uso. Il trasferimento e l'adattamento della conoscenza tecnologica non solo dall'università alle imprese ma anche da un'impresa ad un'altra implicano costi specifici che in base ad analisi empiriche ammontano ad un ordine di grandezza molto simile a quello del costo della loro prima introduzione [Nelson 1990; Rosenberg 1990]. La generazione di conoscenza localizzata

è inoltre vista sempre più come il prodotto di un impegno collettivo che coinvolge numerosi operatori ed è fortemente influenzato dalla effettiva disponibilità di informazioni e dalla qualità dei canali di comunicazione tra agenti che apprendono [von Hippel 1988; Allen 1983].

Nell'approccio schumpeteriano si argomenta che la tecnologia presenta significativi caratteri proprietari. Infatti ciascuna unità di conoscenza tecnologica può essere generata, usata e scambiata solo attraverso competenze specifiche acquisite dalle imprese che vengono oggi considerate *learning organizations* all'interno di una cornice più ampia che include una serie di unità di conoscenza complementari ed interrelate generate da altre imprese, università ed istituti di ricerca.

Alfred Marshall [1890] aveva già compreso molte delle interazioni complesse che esistono tra capitale, conoscenza e organizzazione e le implicazioni della distinzione tra la natura pubblica e privata della conoscenza:

«Il capitale consiste per la maggior parte di conoscenze e organizzazione: di questa una parte è proprietà privata e una parte non lo è; ci permette di sottomettere la Natura e forzarla a soddisfare i nostri bisogni. L'organizzazione aiuta la conoscenza, ha molte forme, per esempio quella di un business singolo, quella di vari business nella stessa area commerciale, quella di varie aree commerciali rapportate l'una all'altra e quella dello Stato che fornisce sicurezza per tutti ed aiuto per molti. La distinzione tra proprietà pubblica e privata nella conoscenza e nell'organizzazione ha un'importanza sempre crescente: per alcuni aspetti è più importante della differenza tra proprietà pubblica e privata nei beni materiali, e per questo motivo sembra ragionevole qualche volta trattare l'organizzazione come un fattore di produzione a sé» [Libro IV, I, 1].

La capacità di innovare sembra fortemente condizionata dall'accesso all'informazione tecnologica disponibile, alle opportunità di apprendimento e all'accumulazione di conoscenza tacita che è sia interna sia esterna ad ogni impresa. Questo contesto ci permette di sottolineare l'importanza della distinzione tra informazione, conoscenza e competenze e valutare il ruolo dell'ambiente tecnologico in cui è immersa ciascuna impresa.

1. *La conoscenza localizzata*

La conoscenza tecnologica è localizzata, in quanto consiste di cambiamenti nella capacità tecnica del processo produttivo e nella struttura dell'organizzazione, limitati ad un set di caratteristiche ben definito, in termini di dimensione, età, luogo, specializzazione industriale, livelli di integrazione e diversificazione, mix di input complementari, competenza cumulata, *skills*, strategie delle imprese e condizioni di comunicazione tecnologica.

La conoscenza tecnologica localizzata può essere considerata un bene pubblico altamente impuro con elementi rilevanti di escludibilità e rivalità, che si basa su di un *continuum* di specifiche di forme diverse di conoscenza: ad un estremo troviamo la nozione di conoscenza generica, codificata e scientifica, all'altro la nozione di conoscenza tacita. La conoscenza tecnologica localizzata è basata su di un mix di conoscenza generica e tacita [Antonelli 1995]. La prima è prevalentemente esterna alle imprese ed è basata su informazioni scientifiche codificate e strutturate le quali come bene pubblico sono disponibili con costi di imitazione e acquisizione contenuti. La seconda è prevalentemente interna alle imprese ed è il risultato di processi di apprendimento, è altamente idiosincratICA e specifica all'ambiente dell'impresa.

La conoscenza tacita ha un alto grado di *idiosincrasia* in quanto essa emerge da *routines* giornaliere e dall'esperienza acquisita nell'uso di beni capitali, nella produzione e nell'attività manifatturiera, nell'interazione con i clienti e con altri produttori. La conoscenza tacita consiste di «pezzi» altamente specifici di *know-how* tecnologico acquisito tramite processi di apprendimento dall'uso e dal fare particolarmente lenti. La conoscenza tacita incorpora sia l'esperienza e le abilità della manodopera, sia le opportunità di migliorare prodotti e processi produttivi generati da fattori ed eventi altamente specifici.

La conoscenza tacita è di conseguenza specifica rispetto all'intero set di fattori ambientali e complementari che definiscono il processo di apprendimento. Inoltre il suo processo di accumulazione dipende altamente dal percorso svolto in quanto esso riflette le opportunità di apprendimento specifiche che ogni impresa ha incontrato nel tempo. In breve la conoscenza tacita può essere stilizzata come un *by-product* di altre attività necessarie quali la produzione e la

vendita; la generazione di questa conoscenza è quindi un'esternalità nella condotta ordinaria dell'impresa che richiede tuttavia spese addizionali in attività «dedicate» per essere pienamente valorizzata.

La conoscenza tacita è prevalentemente implicita e conseguentemente essa è difficile da apprendere, imitare, trasferire, adottare e usare. Il processo di trasferimento è impedito da forti problemi istituzionali di *disclosure*: essa è pienamente racchiusa nelle organizzazioni e «non è conosciuta come tale dalla maggioranza dei membri dell'organizzazione» [Winter 1987, pag. 171; Senker 1995; Carlsson e Eliasson 1994].

La conoscenza generica consiste di principi scientifici generali i quali sono rilevanti per una varietà di usi e utenti. La conoscenza generica, a forte contenuto di codificazione scientifica, è basata sulla conoscenza tacita e tecnologica in quanto essa emerge da procedure di apprendimento tacite, ma richiede ampi sforzi per essere pienamente articolata e codificata. Le imprese che sono in grado di generare conoscenza generica e codificata hanno elevati livelli di fabbisogno di formazione formale per i propri dipendenti.

La generazione di nuova conoscenza localizzata è il risultato di un processo combinato di produzione, apprendimento e comunicazione del quale le attività di ricerca e sviluppo devono essere considerate solo una parte. Di conseguenza, le attività di ricerca e sviluppo non possono essere considerate gli unici fattori nella generazione di nuova conoscenza tecnologica e non dovrebbero essere separate dal flusso corrente di attività all'interno dell'impresa e nelle relazioni tra l'impresa ed il suo ambiente. Le spese in ricerca e sviluppo definite come le risorse allocate nell'attività specifica di sperimentazione e sviluppo di nuovi prodotti e processi all'interno dei confini aziendali sono solo un aspetto di un processo più generale di apprendimento e capitalizzazione dell'esperienza acquisita [Antonelli 1995a; 1999; Nelson 1987].

La generazione di nuova conoscenza è in realtà il risultato dell'interazione tra gli sforzi istituzionalizzati di innovatori che si basano su conoscenza generica, e processi di apprendimento altamente localizzati e specifici alla storia ed esperienza di ogni innovatore. La generazione di conoscenza tecnologica localizzata può quindi essere vista come il prodotto di un processo sistemico di induzione *bottom-up* dall'esperienza concreta la quale integra il processo di deduzione

top-down dai principi generali scientifici sui quali la conoscenza generica è costruita. In questo contesto, la capacità di innovare *con successo* sembra essere condizionata dalle opportunità di combinazione e organizzazione dell'apprendimento che sono sia interne che esterne ad ogni impresa. Nel fare ciò si dà rilievo al *carattere sistemico dei processi di generazione e comunicazione della conoscenza tecnologica e al ruolo centrale di esternalità e interdipendenza tecnologica tra imprese* [Richardson 1972; David 1993; David e Foray 1995].

1.1. *La dinamica della conoscenza localizzata*

L'informazione, insieme alle competenze di ciascuna impresa, alle attività formalizzate di ricerca e sviluppo e alle esternalità tecnologiche che si generano nel sistema industriale e regionale rappresentano i quattro input fondamentali del processo di generazione di nuova conoscenza. La conoscenza è infatti il risultato della combinazione dei processi di apprendimento, socializzazione dell'esperienza, ricombinazione dell'informazione disponibile e ricerca e sviluppo.

Più specificamente, la conoscenza tecnologica, che viene usata e generata dalle imprese, si basa su quattro diverse forme di conoscenza e quattro processi distinti. Se collochiamo le forme rilevanti della conoscenza su due assi: se sia tacita o codificata, interna o esterna (ad ogni impresa), avremo quattro celle: conoscenza tacita interna ed esterna e conoscenza codificata interna ed esterna. Ciascuna cella contiene uno specifico processo di accumulazione di conoscenza.

La conoscenza interna tacita è generata attraverso processi di *learning by doing* e di *learning by using*. La conoscenza esterna tacita si acquisisce attraverso scambi informali e socializzazione che rendono possibile l'internalizzazione delle esternalità tecnologiche derivanti dai sistemi di innovazione tecnologici e regionali in cui l'impresa opera. La conoscenza interna codificata è il risultato di attività formali di ricerca e sviluppo. Infine la conoscenza esterna codificata viene acquisita tramite la ricombinazione di parti dell'informazione tecnologica che vengono riorganizzate e applicate a contesti differenti da quelli originariamente concepiti, e spesso integrati da forme di cooperazione formale tra le imprese che hanno i loro laboratori di R&S e tra imprese ed università (si veda la tabella 1).

Tabella 1. *Le quattro componenti della conoscenza tecnologica localizzata.*

| Conoscenza | Tacita | Codificata |
|------------|-----------------|--------------------|
| Interna | Apprendimento | Ricerca e sviluppo |
| Esterna | Socializzazione | Ricombinazione |

In questo contesto ogni elemento è complementare e indispensabile¹. La conoscenza tacita è necessaria ad acquisire ed apprendere la nuova conoscenza codificata, a causa degli alti livelli dell'escludibilità intrinseca nella conoscenza codificata. Raramente la conoscenza codificata può essere ridotta ad un semplice insieme di istruzioni, anche quando consista dei risultati di un'attività di ricerca ad alto contenuto scientifico. La stessa conoscenza codificata può essere infatti acquisita solo attraverso relazioni dirette e ravvicinate tra ricercatori [Quéré 1994; Zucker, Darby e Armstrong 1994] ed è a sua volta necessaria all'accumulazione ed elaborazione di nuova conoscenza tacita. La conoscenza esterna codificata è necessaria come fonte di nuove idee per nutrire il processo di ricombinazione [Pavitt, 1990]. La conoscenza esterna tacita è necessaria per migliorare la conoscenza interna.

Questa analisi ha importanti implicazioni per la valutazione dell'organizzazione della produzione di conoscenza dal punto di vista sia sociale sia privato. La forte complementarità tra le fonti interne ed esterne di conoscenza accentuano il *trade-off* tra gli effetti positivi dei diritti di proprietà sugli incentivi di innovazione e quelli negativi sulla disseminazione di informazione.

Il rafforzamento del regime di appropriabilità per gli inventori, assicurati dai diritti di proprietà intellettuale come brevetti di lunga durata ad ampia copertura, i *lead time*, le barriere all'entrata e in generale il preesistente potere di monopolio, ritarda la divulgazione dell'informazione e il decadimento delle quasi-rendite associate all'informazione. Come tali, essi sono un incentivo per gli agenti ad innovare, e così assicurarsi risorse finanziarie nei mercati finanziari sia interni sia esterni per finanziare nuove attività innovative.

¹ Si veda Allen [1983]; Antonelli [1992; 1995b]; Cohen e Levinthal [1989]; Malerba [1992].

Nello stesso tempo comunque, la tutela degli inventori, sia *ex ante* (che consiste in brevetti) o *ex post*, ovvero in potere di mercato, ha un significativo effetto negativo riguardo sia all'efficienza privata sia al benessere sociale nella produzione di nuova conoscenza. Il carattere di proprietà riservata della nuova conoscenza porta al monopolio che ritarda la diffusione del prodotto e delle innovazioni di processo e porta ad una duplicazione degli sforzi, e quindi uno spreco di risorse, nella re-invenzione di conoscenza che è già disponibile ma con caratteri di proprietà esclusiva. Infine le possibilità per la disseminazione, ricombinazione e per l'uso cumulativo della nuova conoscenza sono anche ridotte a chiaro danno dell'efficienza sia sociale sia privata nella generazione di nuova conoscenza.

Diversi metodi di organizzazione di produzione della conoscenza sono stati sperimentati e sono validi ancora oggi come, ad esempio, l'imprenditoria, la varietà istituzionale, l'integrazione verticale, la cooperazione tecnologica e la specializzazione. In base ai differenti metodi di organizzazione di produzione della conoscenza, nel tentativo di conseguire complementarità, possiamo scorgere una varietà di percorsi, caratterizzati dalle differenti sequenze con cui ciascuna componente entra a far parte del processo e la loro differente produttività marginale relativa, nel processo di generazione di conoscenza.

Possiamo evidenziare in particolare una distinzione fondamentale tra l'articolazione del processo innovativo caratteristico rispettivamente delle industrie *skill-intensive* e tra queste in particolare delle industrie della moda e delle industrie *science-based*.

1.2. *La dinamica della conoscenza localizzata nelle industrie skill intensive*

Nelle industrie *skill intensive*, come gran parte della meccanica, [Pavitt 1984], la conoscenza tacita, i processi di apprendimento interno e la competenza acquisita nel passato, hanno un peso relativo particolarmente elevato nelle prime fasi del ciclo di vita della tecnologia. A questo livello l'escludibilità e l'appropriabilità sono molto alti e la conoscenza ha forti caratteristiche di bene privato.

Nelle fasi successive del ciclo tecnologico il centro motore dell'attività innovativa si trasferisce all'apprendimento tacito esterno e alla conoscenza codificata interna. Nelle fasi di maturità la conoscenza co-

dificata assume un ruolo cruciale. L'imitazione a questo punto diventa più facile e per contro i livelli di escludibilità e di appropriabilità diminuiscono. Alla fine la conoscenza tecnologica diventa «quasi generica» e perciò acquisisce sempre più le caratteristiche di informazione.

Lungo questo ciclo di vita della tecnologia nelle prime fasi la conoscenza tacita è innanzi tutto valorizzata dagli effetti pervasivi della socializzazione, cioè la condivisione delle competenze acquisite da ogni *learning agent* attraverso i sistemi di innovazione. I rapporti produttore-utilizzatore rivestono un ruolo fondamentale in questo contesto come meccanismo per accelerare il trasferimento di tecnologia. Il ricorso alla mobilità esterna sui mercati del lavoro per la mano d'opera specializzata, che incorpora elevati livelli di conoscenza tacita, è un espediente frequentemente utilizzato per raggiungere velocemente più alti livelli di complementarità tra le differenti forme di conoscenza.

Negli stadi seguenti gli sforzi delle imprese sono indirizzati a codificare la conoscenza tacita e a convertirla in forme generali di comprensibilità basandosi su attività di ricerca e sviluppo. Infine la ricongiunzione con fonti complementari di conoscenza codificata già elaborata in differenti contesti diventa la riserva principale della conoscenza addizionale.

In questo processo di messa a punto di conoscenza localizzata che qui consiste in conversione da conoscenza tacita a codificata, possiamo identificare un numero di fasi ben precise. La conoscenza tacita è prima di tutto specifica all'impresa, cioè è totalmente impressa nelle caratteristiche idiosincratice dell'impresa in cui è stata accumulata dai processi di *learning by doing* e *learning by using*.

In virtù dei processi collettivi di socializzazione potenziati dalla vicinanza regionale, la conoscenza tacita diventa alla fine specifica alla regione in quanto condivisa dalle imprese localizzate in regioni ben definite. Infine la conoscenza tacita diventa specifica all'industria cioè è condivisa ed insita nelle caratteristiche idiosincratice di gruppi di imprese industriali ben definiti che hanno alti livelli di omogeneità in termini di base scientifica e quindi di prodotti e processi produttivi. I processi di standardizzazione rivestono un ruolo fondamentale in questo contesto. La nascita di standard *de facto* infatti mette in moto un processo di conversione della conoscenza da tacita a codificata e rende possibile processi di socializzazione più veloci e alla fine anche di ricombinazione.

Il ruolo della conoscenza codificata evolve su un piano parallelo. Nelle prime fasi le attività di ricerca e sviluppo sono principalmente orientate ad integrare le intuizioni offerte dai risultati scientifici con le competenze acquisite da processi di apprendimento interno. Nella fase più avanzata le attività di ricerca e sviluppo sono principalmente focalizzate sulla combinazione di informazioni scientifiche offerte da discipline contigue che possono tradursi in nuove opportunità per introdurre innovazioni direttamente rilevanti per il prodotto attualmente fabbricato, quando opportunamente combinate con le competenze accumulate da ogni impresa.

1.3. *La dinamica della conoscenza localizzata nelle industrie science based*

Un diverso sentiero nella formazione della conoscenza localizzata ha rilevanza nelle industrie *science based*, come quelle chimica, farmaceutica ed elettronica. Qui il punto di partenza si realizza quando nuove scoperte scientifiche fungono da agenti catalizzatori che spingono i processi di ricerca verso nuove direzioni e aprono nuove opportunità tecnologiche.

Rispetto alle industrie *skill intensive*, nelle industrie *science based* la conoscenza tecnologica localizzata viene generata da una combinazione e da una sequenza diversa di forme di conoscenza. La sequenza viene infatti invertita in quanto la conoscenza codificata che deriva dalle nuove scoperte scientifiche funge da vettore delle opportunità tecnologiche. Per raggiungere il necessario grado di complementarità, implicito nella relazione moltiplicativa tra le quattro differenti forme di conoscenza in gioco, le imprese devono prima acquisire i nuovi elementi di conoscenza codificata resi disponibili dalla comunità scientifica.

La standardizzazione gioca ancora una volta un ruolo fondamentale, sebbene in un contesto differente. La definizione di standard *de jure*, infatti, aiuta il processo di conversione della conoscenza codificata in conoscenza tacita e rende possibile un più rapido processo di generazione di nuova conoscenza localizzata. La conoscenza codificata esterna viene infine combinata con la conoscenza tacita accumulata attraverso i processi di apprendimento, sia interni, sia esterni alle imprese e con attività di ricerca e sviluppo.

La socializzazione agisce qui come forza trainante per assimilare la conoscenza codificata esterna e per rafforzare le relazioni tra la comunità accademica e la comunità industriale. La cooperazione tecnologica tra le imprese e tra imprese ed istituzioni accademiche unita alla realizzazione di una varietà di club tecnologici gioca un ruolo rilevante come fonte esterna di conoscenza sia tacita sia codificata.

Nelle prime fasi del ciclo di vita tecnologico la conoscenza tecnologica soprattutto in forma codificata, presenta difficoltà di apprendimento perché mantiene forti caratteristiche di naturale escludibilità. Alla fine comunque il mix di conoscenza esterna codificata con le attività di R&S e con la competenza accumulata in ogni impresa genera le caratteristiche tipiche della conoscenza localizzata come bene altamente idiosincratico, insito nell'organizzazione di ogni impresa, difficile da trasferire e da imitare così che acquisisce le proprietà di un bene con alti livelli di appropriabilità ed escludibilità.

Nelle industrie *science based* la conoscenza tecnologica è inizialmente specifica dell'industria e poi specifica dell'impresa. L'imitazione è più facile nelle prime fasi di incubazione delle nuove tecnologie, così come l'entrata, e diviene sempre più difficile man mano che avviene la selezione nel mercato e la conoscenza tecnologica è sempre più localizzata nelle sue caratteristiche idiosincratiche di organizzazione, processi produttivi e competenze di innovatori di successo.

Nell'ambito del ciclo di vita tecnologico il ruolo cruciale del processo cumulativo intrinseco alla generazione della conoscenza, sia interna alle imprese, sia al sistema economico, diventa evidente. In ogni momento infatti la generazione di nuova conoscenza è fortemente influenzata, in termini di tasso e direzione di generazione e di adozione delle nuove tecnologie, dalla direzione del cambiamento tecnologico già introdotto e dalla sequenza nel sentiero evolutivo di forme specifiche di conoscenza che sono state generate ed usate nel passato da ciascun agente e all'interno dell'intero sistema.

1.4. *Il cambiamento tecnologico e le matrici interindustriali*

L'analisi della dinamica della conoscenza localizzata non sarebbe completa se non si facesse almeno cenno alla rilevanza della complessità della divisione del lavoro interindustriale.

Più in generale si deve infatti ricordare che il cambiamento tec-

nologico consiste nel processo di generazione e diffusione di innovazioni tecnologiche e organizzative nell'apparato produttivo di un intero sistema economico. L'attività innovativa in questo senso deve allora essere intesa come il più generale processo di generazione di nuove tecnologie di prodotto e processo e di nuovi modelli organizzativi e comprende il più ampio processo di diffusione intraindustriale e interindustriale che consente ad un'innovazione, una volta generata, di essere adottata da tutti i suoi potenziali adottatori e applicata ad una varietà di processi produttivi e situazioni specifiche.

L'analisi economica ha dato grande rilevanza ai processi di introduzione di innovazioni originali attribuendo ad essi un ruolo fondamentale nella spiegazione dei tassi di crescita delle imprese e della produttività. In questo contesto si è data importanza alla diffusione in senso stretto che consiste nell'imitazione da parte dei concorrenti delle imprese innovatrici delle innovazioni originali da quest'ultime messe a punto. Assai carente è invece l'analisi e di conseguenza la valorizzazione dei processi di diffusione in senso lato.

In realtà i due aspetti non sono necessariamente collegati, anzi nella realtà si osservano numerosi casi di significativa divergenza delle due dinamiche. Non è raro verificare empiricamente che sistemi economici particolarmente efficaci nella messa a punto di innovazioni originali sono particolarmente carenti nella velocità di adozione delle stesse innovazioni di prodotto, in particolare quando esse consistono in processi di adozione di nuovi beni capitali e nuovi beni intermedi da parte delle imprese che ne sono utilizzatrici, sia dirette che indirette, e nella capacità di sviluppare applicazioni ulteriori in industrie collegate che usano input intermedi complementari.

La generazione originaria di un nuovo bene capitale ha certo conseguenze economiche positive rilevanti per un sistema economico dato in primo luogo perché consente di sviluppare una nuova industria e di trarre vantaggio dei profitti straordinari associati con la condizione di monopolio temporaneo. La velocità di adozione e di introduzione di innovazioni incrementali nelle industrie a valle però non è meno rilevante e significativa soprattutto quando la filiera sia sufficientemente lunga e articolata come è certamente nel caso delle industrie della moda. Tempestivi tassi di adozione sostenuti da elevati tassi di investimento comportano infatti un generalizzato aumento della produttività e quindi una diminuzione dei costi, dei

prezzi e in ultima analisi un aumento della quantità venduta e dunque delle quote di mercato internazionale.

La capacità di utilizzare quell'innovazione di prodotto, introdotta dalle industrie a monte per realizzare nuovi processi produttivi deve essere infatti apprezzata alla stregua di una vera e propria innovazione per l'appunto di processo. A questo si aggiunge tuttavia che un effetto straordinario dell'introduzione di nuovi beni capitali spesso si associa alla capacità di combinare l'uso degli stessi con prodotti intermedi sino ad allora non utilizzati correntemente nel processo produttivo e di introdurre innovazioni di prodotto che valorizzano le specifiche tecniche dei nuovi processi produttivi.

È dunque evidente che il processo di modernizzazione interindustriale ovvero di applicazione creativa in ambiti precedentemente impensati di nuovi prodotti intermedi a sua volta riveste carattere di vera e propria innovazione. Ad esempio la messa a punto di nuove fibre tessili sintetiche deve essere naturalmente considerata una innovazione di prodotto di grande rilevanza da parte delle industrie chimiche, ma non minore rilevanza hanno i processi innovativi che conducono le imprese tessili a combinare le nuove fibre sintetiche con fibre naturali dando vita a nuovi tessuti misti che a loro volta consentono alle imprese dell'industria dell'abbigliamento di introdurre importanti innovazioni di prodotto nella produzione di vestiario e alle stesse imprese tessili di individuare nel mercato dell'arredamento un nuovo importante sbocco per la produzione di tessuti.

La differenza tra l'imitazione in senso stretto e la modernizzazione dovrebbe a questo punto essere apprezzata in tutta la sua importanza: i rapporti tra gli agenti nel caso della imitazione sono evidentemente conflittuali, nel caso invece della modernizzazione sono chiaramente cooperativi. Infatti l'impresa che mette a punto un'innovazione originaria, soprattutto se di prodotto, gode di un monopolio temporaneo in quanto è di fatto per un certo periodo di tempo almeno l'unico produttore di quel bene. La condizione di monopolio consente di praticare dei prezzi superiori ai costi medi e quindi di ottenere dei profitti straordinari che naturalmente costituiscono l'incentivo fondamentale in un'economia di mercato all'introduzione dell'innovazione.

A causa della difficoltà di appropriazione delle informazioni soprattutto a contenuto tecnico scientifico su cui si basa l'innovazione

ne, tuttavia, altre imprese, attratte dagli extraprofitti guadagnati dall'innovatore, tenderanno di imitare l'innovazione. Così facendo entreranno sul nuovo mercato, aumenteranno l'offerta del nuovo bene, eroderanno gli extraprofitti unitari dell'innovatore e nel lungo periodo porranno fine al monopolio temporaneo del primo innovatore.

Viceversa i rapporti tra gli agenti nel corso del processo di modernizzazione sono strettamente cooperativi: gli interessi sono infatti complementari e convergenti. Le imprese capaci di un'utilizzazione creativa dei prodotti messi a punto dagli innovatori sono infatti per ciò stesso acquirenti aggiuntivi delle imprese innovatrici. Le imprese produttrici hanno tutto l'interesse a favorire la messa a punto di nuove modalità di utilizzazione dei loro prodotti perché queste consentono loro di espandere la domanda e quindi i profitti totali. Non solo, le imprese innovatrici possono a loro volta estrarre informazioni utili dall'esperienza dei loro utilizzatori per introdurre innovazioni incrementali e per estendere l'impiego dei loro prodotti ad altri mercati sino ad allora trascurati.

L'introduzione di nuovi processi basati sull'impiego di beni capitali innovati nelle imprese che producono beni intermedi (un altro esempio pertinente è il caso delle imprese tessili che utilizzando macchinario tessile di nuova concezione basato sull'utilizzo di microprocessori, forniscono beni intermedi in condizioni fortemente competitive alle imprese dell'abbigliamento) può avere effetti economicamente molto positivi sulle imprese utilizzatrici dei prodotti intermedi anche se questi non danno luogo ad innovazioni di prodotto per i rilevantissimi effetti positivi sui costi. Le imprese utilizzatrici dei manufatti intermedi prodotti con tecniche moderne e quindi più efficienti troveranno infatti a loro disposizione sui mercati dei manufatti intermedi a prezzi di vendita inferiori. Questo consentirà loro di affrontare i loro concorrenti in condizioni di vantaggio relativo e quindi di ottenere rispetto ad essi dei profitti straordinari che si basano sulle barriere all'entrata ovvero sulle differenze di costo dei prodotti intermedi stessi.

In sintesi la tipologia della struttura industriale e l'articolazione di un sistema economico in termini di industrie e quindi la tipologia delle relazioni di complementarità tra industrie innovatrici e industrie utilizzatrici appare una importante caratterizzazione di un sistema innovativo.

2. *Salari di efficienza e tassi di generazione di conoscenza localizzata*

I tassi di generazione di conoscenza localizzata dipendono fortemente dai processi di apprendimento e dalla loro cumulatività. Ciò focalizza l'attenzione sul ruolo della forza lavoro, sia nelle industrie *science based* sia in quelle *skill intensive*, in termini di coinvolgimento e partecipazione attiva nel processo di produzione del capitale umano incorporato. La partecipazione attiva di manodopera specializzata nell'affinamento di processi di apprendimento rende possibile accumulare e valorizzare al meglio conoscenza tacita ed esperienza, permettendo la valutazione particolare dello specifico contesto di azione, e aumentando il confronto tra la nuova conoscenza codificata e la competenza di ogni impresa. I tassi di miglioramento di *know-how*, *know-where* e *know-when* dipendono dunque in gran misura dai livelli di partecipazione «creativa» della manodopera specializzata sia nella produzione sia nel *decision making*.

In questo contesto i salari di efficienza risultano particolarmente importanti. Le imprese fissano i salari di efficienza ad un livello superiore alla produttività del lavoro a breve termine e al costo opportunità dello sforzo dei lavoratori, al fine di scoraggiare forme di opportunismo passivo (*shrinking*) ed esercitare un effetto diretto positivo sulla partecipazione attiva della manodopera nei processi di apprendimento [Shapiro e Stiglitz 1984].

I salari di efficienza accrescono la fedeltà e l'impegno e stimolano i lavoratori ad assumere un ruolo professionistico ed a sviluppare relazioni informali orientate ad un più proficuo lavoro collettivo, condividendo informazioni e accelerando la generazione di conoscenza tacita [Ciborra 1993].

Inoltre i salari di efficienza esercitano un effetto significativo sui livelli di mobilità della manodopera nel mercato del lavoro, sia rispetto alle nuove generazioni sia alla mobilità all'interno delle imprese. I salari di efficienza consentono di attirare manodopera con alti livelli di capitale umano e conoscenza tacita, con un effetto di scrematura sul mercato del lavoro, aumentando la socializzazione della conoscenza tacita e più in generale il trasferimento della conoscenza localizzata tra le imprese e tra le istituzioni di formazione e le imprese.

Inoltre, i salari di efficienza stimolano l'opportunità per la mobilità

interna, e attivano i processi induttivi di *learning by doing* e *learning by using* tra la forza lavoro, alimentando l'accumulazione di conoscenza localizzata, incoraggiando i processi *bottom-up* di accumulazione di competenza e i processi *top-down* di adattamento della nuova conoscenza codificata al contesto idiosincratico di ogni impresa.

I salari di efficienza facilitano i processi di «traduzione» di conoscenza tacita, acquisita attraverso processi di apprendimento all'interno della forza lavoro, in conoscenza codificata, e viceversa. Facendo ciò i salari di efficienza e i mercati del lavoro interni hanno un effetto potente, accelerando il rimescolamento della conoscenza interna ed esterna e la sua integrazione con la conoscenza organizzativa su cui poggia l'introduzione dell'innovazione localizzata.

3. Rendimenti crescenti nella generazione di conoscenza tecnologica localizzata

La generazione di conoscenza tecnologica localizzata è caratterizzata da significativi rendimenti crescenti. Questi sono sia interni che esterni alle imprese.

I rendimenti crescenti interni hanno un ruolo pervasivo nella generazione e nell'uso di nuova conoscenza. I rendimenti crescenti interni consistono nel processo dinamico di imparare ad apprendere che a sua volta è basato sugli effetti di sostanziale indivisibilità e irreversibilità nella produzione di nuova conoscenza. Più in particolare sono stati individuati due fattori connessi ai rendimenti crescenti interni. Forti elementi di cumulatività caratterizzano la produzione di nuova conoscenza che è soprattutto basata su processi di ricombinazione di unità esistenti di informazione così che molta parte della nuova conoscenza è prodotta «reggendosi sulle spalle di giganti» [Scotchmer 1991]. Sembra chiaro che maggiori sono le competenze accumulate da ogni impresa e l'ammontare di risorse investite nei processi di ricerca, più probabilità ci sono che l'output innovativo cresca in modo più che proporzionale.

In secondo luogo, molti dei costi associati alla produzione di nuova conoscenza sono fissi a causa della difficoltà di cambiare la destinazione e l'uso delle capacità e competenze acquisite nella produzione di ciascuna forma specifica di conoscenza [Stiglitz

1987, pag. 125]. Quindi, maggiori sono gli sforzi innovativi addizionali che fanno uso di una particolare infrastruttura di base, sia materiali che immateriali, minori sono i costi a causa dei classici effetti delle economie di densità. Un maggior output innovativo infatti fa un uso migliore degli stock delle infrastrutture fisse esistenti da lunga data e del capitale immateriale che consiste nella conoscenza localizzata già in possesso dell'impresa. La cumulatività e le economie di densità portano alla dinamica dell'imparare ad apprendere.

Una crescente attenzione è stata recentemente posta sulle esternalità tecnologiche derivanti dall'apprendimento e dalle attività di ricerca di altre imprese. Le esternalità tecnologiche sono definite come gli effetti diretti, cioè non mediati da transazioni di mercato, sulla capacità tecnologica di ogni impresa, prodotta dalla complementarità e interrelazione delle attività di R&S e dall'apprendimento tecnologico tra imprese interdipendenti. Quindi le esternalità tecnologiche derivano dalla complementarità e interrelazione tra le imprese nella generazione di nuove tecnologie piuttosto che dalla complementarità e interrelazione dei processi produttivi in uso².

Questa definizione di esternalità tecnologica consente di apprezzare la dimensione dei sistemi di innovazione che includono tutte le imprese coinvolte nelle attività di apprendimento e ricerca che sono complementari rispetto alle tecnologie introdotte.

Il ruolo fondamentale giocato dall'ambiente tecnologico all'interno dei sistemi di innovazione nazionali e regionali, attraverso gli effetti di ricaduta delle esternalità tecnologiche ed il trasferimento di conoscenza tacita e codificata tra le imprese ed altre istituzioni di ricerca, nella produzione di nuova conoscenza, porta a rendimenti crescenti esterni. Per dati livelli di risorse investite in attività di ricerca e apprendimento l'ammontare di conoscenza tecnologica generata è più grande laddove le complementarità ed interdipendenze nella generazione di nuova conoscenza, basata su forti sistemi di comunicazione ed efficaci flussi di informazione, sono più forti e sistematici.

Quindi non solo la capacità tecnologica, in termini di tasso di introduzione di innovazioni, ma anche la specializzazione tecnologica, in termini di orientamento industriale e tecnologico tra i settori e i

² Si veda Griliches [1979; 1984; 1986]; Jaffe [1986; 1989]; Katz-Shapiro [1985]; Arora e Gambardella [1990]; Carlsson e Stankiewicz [1991].

prodotti, è fortemente *path dependent*, in quanto sono influenzate dalla dotazione originaria di capacità innovativa di ogni sistema dato e dalle caratteristiche della sua evoluzione nel tempo. I rendimenti crescenti esterni forniscono dunque un elemento di analisi importante per capire la forte stabilità nel tempo del progresso tecnologico e della specializzazione dei paesi [Archibugi e Pianta 1992].

4. *I sistemi di innovazione e il loro ambito*

Numerose ricerche mostrano che la generazione di nuova conoscenza e la capacità di innovare non dipendono esclusivamente dalle spese in R&S interne: le imprese sono fortemente interdipendenti. L'introduzione di una singola innovazione tecnologica è condizionata dalle decisioni riguardanti innovazioni complementari o correlate prese da altre imprese. La stretta interazione tra venditori e clienti e l'assistenza ai compratori nell'apprendere come usare i nuovi prodotti genera importante conoscenza addizionale circa la capacità dei nuovi prodotti che venditori perspicaci sono in grado di appropriare e conseguentemente elaborare³. La cooperazione esplicita tra imprese gioca un ruolo fondamentale nella capacità innovativa: aumenta la circolazione di informazioni, le opportunità di apprendimento esterno, cioè apprendimento dalla conoscenza specifica generata da altre imprese e l'opportunità di capitalizzare complementarità potenziali tra una varietà di imprese e tra le diverse attività di R&S realizzate da ciascuna impresa⁴.

Si è così affermata la nozione di sistema di innovazione per sottolineare il carattere sistemico della generazione di conoscenza tecnologica: le *performances* delle imprese innovatrici, in termini di tasso di introduzione di innovazioni tecnologiche, non possono essere analizzate in isolamento. Le capacità di innovazione dipendono anche dall'ammontare di informazione che ogni impresa è in grado di ricevere dal sistema di innovazione, sia regionale, sia tecnologico, in cui opera e dall'uso effettivo che ne fa.

Lo studio dei determinanti della capacità innovativa di un siste-

³ Si veda Allen [1983]; von Hippel [1988]; Lundvall [1985]; Antonelli [1995b].

⁴ Si veda Teece [1986]; Klein [1992]; Nelson [1993].

ma di ogni impresa, immersa all'interno di un sistema di innovazione deve dunque tenere in considerazione sei classi di fattori:

- 1) i livelli di competenza accumulata da ciascun agente;
- 2) l'ammontare di risorse destinato a generare innovazione da ciascun agente nel sistema;
- 3) la recettività di ogni agente alla conoscenza tecnologica generata da terzi nel sistema e la sua capacità di ricerca;
- 4) la complementarità nella base di conoscenza tra le imprese innovatrici nel sistema;
- 5) le proprietà del sistema in termini di connettività e distribuzione degli agenti recettivi;
- 6) le proprietà del sistema in termini di ampiezza e contenuti del pool scientifico e tecnologico, della ricerca di base e delle attività di formazione accademiche.

Il carattere sistemico del processo innovativo si applica a una varietà di ambiti che meritano di essere specificati a seconda delle caratteristiche della conoscenza localizzata coinvolta. Molta attenzione è stata dedicata all'ambito nazionale. La distinzione tra processi *bottom-up* di generazione di cambiamento tecnologico localizzato nelle industrie *skill based* e processi *top-down* nelle industrie *science based* consente di identificare e apprezzare tre ambiti specifici dei sistemi di innovazione. Segnatamente i sistemi locali, i sistemi globali e i sistemi tecnologici.

I sistemi nazionali di innovazione sono rilevanti quando le condizioni generali delle infrastrutture scientifiche della formazione scolastica e del training vengono considerati insieme all'infrastruttura di comunicazione, ai flussi interindustriali di informazione e all'offerta generale di servizi ad uso intensivo di conoscenza. La cornice istituzionale dei diritti di proprietà intellettuale e dei processi di standardizzazione sono inoltre importanti nella misura in cui influenzano in profondità gli incentivi alla codificazione da un lato, e le condizioni per la circolazione dell'informazione scientifica e tecnologica dall'altro [Edquist 1997].

I sistemi di innovazione locali sembrano particolarmente importanti per le industrie *skill based*. In queste industrie, la vicinanza regionale è un fattore fondamentale nella generazione di conoscenza

tecnologica localizzata perché rende la socializzazione di conoscenza tacita più efficace e sistematica. Le relazioni utente-produttore, gli scambi informali e le imitazioni incrociate tra i concorrenti, l'accentuata natalità delle imprese e la mobilità di forza lavoro specializzata tra le imprese sono tutti fattori che rendono più fluida la comunicazione tecnologica e in quanto tali accelerano i ritmi della generazione di cambiamento tecnologico localizzato [Feldman 1994]. La contiguità spaziale si configura così come un potente fattore di vere e proprie esternalità tecnologiche che si aggiungono alle esternalità tecniche e pecuniarie sintetizzate nella nozione ormai classica di distretto industriale [Becattini 1987].

I sistemi di innovazione globale giocano un ruolo importante nelle industrie *skill intensive*, un ruolo che è reso ancora più rilevante dalle nuove tecnologie dell'informazione quando si consideri l'accesso alle compagnie di servizi internazionali ad alta intensità di conoscenza. I sistemi di innovazione globale sono rilevanti soprattutto nelle industrie *science based* per le opportunità che offrono di cooperare all'interno di *network* scientifici costituiti da ricercatori universitari, laboratori di ricerca privati e imprese attive in un contesto geografico remoto. I sistemi di innovazione locale giocano inoltre un ruolo importante nelle industrie *science based*, all'interno di parchi scientifici e altri ambienti istituzionali caratterizzati dalla vicinanza, che favoriscono lo scambio di informazioni e relazioni di collaborazione tra università e imprese, favorendo così l'imprenditorialità scientifica.

Il carattere sistemico dei processi di generazione di nuova conoscenza localizzata è rilevante anche a livello tecnologico quando le complementarità tecnologiche tra innovazioni che sono parte degli stessi sistemi tecnologici vengono prese in considerazione. Per arrivare alla complementarità, compatibilità e interoperabilità delle nuove tecnologie, devono essere valorizzate da una varietà di azioni istituzionali come i brevetti incrociati, procedure di standardizzazione e alleanze tecnologiche. Le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione forniscono una prova evidente della natura sistemica del cambiamento tecnologico: le tecnologie di informazione e comunicazione sono esse stesse il risultato della convergenza di una varietà di innovazioni complementari generate da un'ampia gamma di industrie, dalle telecomunicazioni, all'informatica, ai microprocessori, all'optoelettronica, alle industrie spaziali.

Maggiore la complementarità delle innovazioni introdotte in ciascun sistema tecnologico, più rapidi risulteranno i tassi di introduzione delle innovazioni tecnologiche. La direzione delle innovazioni tecnologiche all'interno dei sistemi tecnologici viene infatti influenzata dall'introduzione di innovazioni compatibili e dai loro livelli di complementarità. Inoltre, il tasso e la direzione di introduzione delle innovazioni sono influenzati dai livelli di compatibilità e possibilità di interfaccia con lo stock di capitale esistente. L'ambiente istituzionale che presiede ai processi di standardizzazione, il ricorso crescente alla pratica dei brevetti incrociati, dei club tecnologici, delle *joint-ventures* di ricerca e dei centri di ricerca industriale collettiva sono tutti mezzi importanti per favorire la coerenza innovativa all'interno dei sistemi tecnologici.

Nei sistemi tecnologici, come in quelli regionali e nazionali, l'inerzia nella direzione e la dipendenza dal sentiero nei tassi di cambiamento tecnologico sono ancora una volta il risultato di irreversibilità e indivisibilità locali [Antonelli 1992; 1995b; Callon 1991; Perrin 1991; Rosenberg 1994].

5. Le nuove tecnologie dell'informazione e i processi di generazione e distribuzione della conoscenza tecnologica localizzata

La generazione, introduzione e diffusione di nuove tecnologie della comunicazione e dell'informazione caratterizza il tasso e la direzione corrente del cambiamento tecnologico. Le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione sono il centro dinamico di un nuovo sistema tecnologico emergente, con profondi effetti sulle condizioni della produzione di conoscenza [Antonelli 1992].

Le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione hanno in realtà importanti effetti sulla separabilità, commerciabilità, divisibilità e trasportabilità dell'informazione. Questo a sua volta cambia profondamente le condizioni di scambio di prodotti ad alta intensità di informazioni nel sistema economico.

I prodotti possono essere discriminati a seconda del contenuto e del ruolo dell'informazione nella loro definizione. Beni quali servizi bancari, prenotazioni aeree, servizi logistici hanno alti livelli di in-

tensità di informazione; inoltre l'informazione riguarda direttamente le specifiche del prodotto stesso. Generalmente, tutti i prodotti-servizi hanno alte intensità di informazione. L'informazione influenza prodotti manufatti e prodotti primari essenzialmente in termini di risparmio di tempo nella produzione e nella consegna, piuttosto che nelle specifiche reali del prodotto: il loro contenuto di informazioni è comunque molto più basso [Preissl 1995; von Tunzelmann 1995].

Le nuove tecnologie dell'informazione esercitano importanti effetti economici a seconda dell'intensità dell'informazione dei prodotti. Più specificamente possiamo distinguere quattro specifici effetti delle nuove tecnologie dell'informazione in quanto consentono l'introduzione di:

1) innovazioni di prodotto localizzate per imprese che producono i prodotti stessi che fanno parte delle nuove tecnologie dell'informazione: informatica, cavi, computer a fibre ottiche, microprocessori, semiconduttori, centrali di commutazione;

2) innovazioni di prodotto localizzate per utenti per i quali l'informazione influenza direttamente le specifiche di prodotto: questo è il caso dei settori bancario, dei trasporti, della logistica, dei servizi sanitari, e dei servizi alle imprese;

3) innovazioni di processo localizzate per utenti nei quali l'informazione influenza il processo produttivo: questo è il caso di tutti i processi di produzione «snelli» e di conseguenza di un vasto numero di settori manifatturieri;

4) innovazioni sia di prodotto che di processo localizzate per utenti specializzati in prodotti finali dove le specifiche di tempo dei processi di produzione e di consegna svolgono un ruolo principale.

Inoltre, la diffusione di nuove tecnologie dell'informazione può essere considerata un potente fattore di aumento della connettività di un sistema economico. Maggiore è la penetrazione delle reti di computer e dei volumi di comunicazione elettronica, e maggiore appare l'apertura per collegamenti di comunicazione più efficaci tra le imprese e più sistematici risultano gli scambi nel sistema sia di conoscenza tacita che generica.

Le imprese multinazionali hanno aperto la via nell'elaborazione di una vasta gamma di applicazioni delle nuove tecnologie del-

l'informazione e della comunicazione alla gestione del flusso di informazioni interno alle imprese fino ad organizzare nuovi modelli di produzione di conoscenza. Le nuove tecnologie dell'informazione consentono infatti all'amministrazione centrale delle imprese multinazionali di specializzarsi nella produzione della conoscenza e di *diffonderne* l'uso ad un'ampia varietà di fabbriche ed uffici localizzati nel mondo al fine di generalizzare alle loro organizzazioni globali i vantaggi di usi più efficienti di informazione tecnologica. Le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione sono uno degli strumenti di base che rendono possibile il modello globale di produzione e distribuzione. Tramite le applicazioni delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione, i processi manifatturieri e commerciali possono essere organizzati a livello mondiale in modo da massimizzare il mix di vantaggi localizzativi derivanti dalle condizioni dei mercati dei fattori di ogni paese, e i vantaggi specifici d'impresa in termini di tasso della competenza per *generare* la conoscenza tecnologica necessaria ad alimentare il processo di introduzione di innovazioni di prodotto e di processo [Cantwell 1989].

Le imprese multinazionali globali si basano sistematicamente sulle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione al fine di ottenere livelli elevati di integrazione internazionale, sia orizzontale che verticale, accresciuta divisione del lavoro tra le affiliate e i fornitori locali, *outsourcing* internazionale per prodotti e servizi intermediari specializzati, in modo da generare flussi di scambio ed export internazionale da paesi a basso livello salariale verso i mercati ricchi, di una vasta gamma di prodotti intermedi quali componenti o materiali semi finiti e prodotti finali ad alta tecnologia. Tale flusso intraziendale e internazionale di merci e servizi si caratterizza per lo scambio tra accesso a materie prime e lavoro e conoscenza tecnologica non incorporata. La produzione di conoscenza è al centro della nuova impresa multinazionale telematica dove le amministrazioni centrali operano quali produttori e sintetizzatori di competenze chiave e principalmente conoscenza tecnologica che è applicata al processo manifatturiero localizzato in siti remoti [Pavitt 1987].

L'interazione tecnologica tra le filiali e l'amministrazione centrale all'interno delle imprese multinazionali avviene nell'ambito di mercati interni ed è sempre più caratterizzata da un flusso a due vie

di competenze generiche generate nella direzione centrale e competenze specifiche messe a punto nelle unità manifatturiere e commerciali. Le unità periferiche richiedono le competenze tecnologiche dell'amministrazione centrale per risolvere problemi specifici per applicare le competenze generiche e le conoscenze generiche elaborate centralmente. Il centro è allo stesso tempo capace di fornire risposte alle domande proposte dalle affiliate e di apprendere dalla conoscenza tacita esplicitata attraverso il processo di comunicazione.

Il centro tecnologico delle imprese multinazionali agisce come un centro di risoluzione di problemi in quanto è capace di risolvere problemi, ed è anche in grado di apprendere e quindi di fornire insieme risposte e nuove informazioni tecnologiche. All'interno delle imprese globali telematiche la specializzazione nella produzione della conoscenza è sviluppata tramite mercati interni i quali riducono i rischi di perdite di appropriabilità e allo stesso tempo riducono il costo di assorbimento. La proprietà comune fornisce, nel contesto dell'impresa globale telematica, lo strumento istituzionale per organizzare i mercati interni così che lo scambio ed il commercio di informazioni può avere luogo.

In questo contesto le nuove tecnologie della comunicazione e dell'informazione assumono un ruolo importante nella diffusione dei *Kibs*, ovvero delle industrie dei servizi alle imprese ad alta intensità di conoscenza. Le imprese ad alta intensità di conoscenza possono trarre beneficio dalla diffusione delle nuove tecnologie della comunicazione e dell'informazione in termini di un incremento della divisione sociale del lavoro e quindi dalla formazione di nuovi mercati per l'offerta e la domanda di competenza ed esperienza. La diffusione delle nuove tecnologie dell'informazione in realtà rende possibili più alti livelli di appropriabilità di metodologie specifiche di *problem solving* e interfacce più semplici tra la conoscenza tacita degli utilizzatori che apprendono, e la conoscenza «quasi generica» immagazzinata nelle imprese e acquisita tramite contatti ripetuti con utenti competenti nelle università e nei laboratori di ricerca.

La nuova tecnologia dell'informazione cambia profondamente le condizioni di accesso, assimilazione, comunicazione ed elaborazione di tutti i tipi di informazione. In particolare, l'uso delle nuove tecnologie della comunicazione e dell'informazione rende possibile l'aumento della separabilità, divisibilità e trasportabilità dell'infor-

mazione e quindi favorisce la crescita dei mercati per le imprese fornitrici di servizi ad alta intensità di conoscenza.

In questo senso si può sostenere che la diffusione delle nuove tecnologie dell'informazione rende possibile l'aumento non solo della connettività, ma anche della ricettività delle reti di informazioni e quindi l'aumento delle interazioni, mediate dalle imprese di servizi ad alta intensità di conoscenza, tra conoscenza localizzata e conoscenza generica, in modo da incrementare la capacità innovativa dei sistemi economici. La diffusione delle nuove tecnologie dell'informazione è quindi un potente fattore di cambiamento strutturale tale da ridisegnare il ruolo dei settori del servizio in modo da sottolinearne le funzioni di supporto alla capacità innovativa e al vantaggio competitivo di un sistema economico.

L'introduzione delle nuove tecnologie dell'informazione e comunicazione incide in profondità sui processi di accumulazione di conoscenza tacita e codificata a causa del loro consistente effetto sulle condizioni di accesso, memorizzazione, processo e comunicazione delle informazioni. A causa dell'introduzione delle nuove tecnologie dell'informazione e comunicazione le imprese possono scambiare e commerciare meglio la conoscenza tacita e codificata.

La comunicazione via computer in particolare può essere usata per ridurre in modo sostanziale i costi di transazione associati allo scambio sul mercato di parti di conoscenza tecnologica perché protocolli di comunicazione dedicati e condizioni di accesso a software dedicato e banche dati possono essere usati come «ostaggi» e quindi ridurre il rischio di comportamenti opportunistici.

Le imprese di servizi ad alta intensità di conoscenza inoltre, approfittando delle nuove tecnologie di informazione e comunicazione, possono specializzarsi nel management delle interfacce tra conoscenza interna ed esterna fungendo da «convertitori» tra conoscenza codificata e competenza localizzata e viceversa.

L'applicazione a distanza di software generale e algoritmi a specifici contesti di azione rende possibile l'aumento del valore economico della conoscenza codificata accelerandone quindi il tasso di codificazione. Allo stesso tempo dunque a causa di condizioni di comunicazione ed interazioni più semplici, rese possibili dalle nuove tecnologie di informazione e comunicazione, le imprese possono gestire meglio l'accumulazione di conoscenza tacita e la sua valo-

rizzazione con la conoscenza codificata esterna. La conoscenza codificata esterna può essere acquisita anche a partire da attività condotte in siti remoti e attraverso attività condotte da terzi, purché legate dalla comunicazione via computer.

Le stesse possibilità di accesso a conoscenza tacita a distanza e di sperimentazione di forme di socializzazione tecnologica remota vengono aumentate dalla disponibilità delle nuove tecnologie di informazione e comunicazione. Le nuove tecnologie dell'informazione aiutano infatti le imprese a sviluppare forme inedite di cooperazione tecnologica a distanza. Le imprese situate in mercati lontani sono più predisposte a stabilire alleanze tecnologiche efficaci. I rischi di comportamento opportunistico vengono infatti ridotti dalla distanza geografica.

In questo contesto la diffusione delle nuove tecnologie di informazione e comunicazione risulta parallela all'abbandono del modello chandleriano di generazione di nuova conoscenza, basato su una stretta integrazione verticale dell'attività di ricerca all'interno delle imprese industriali, e di fatto favorisce l'*outsourcing* crescente delle attività che generano conoscenze. Attraverso la comunicazione via computer le imprese possono appoggiarsi sempre più su imprese di servizi ad alta intensità di conoscenza (*Kibs*) che si comportano come «interfacce competenti» e completano la fusione delle differenti forme di conoscenza che sono necessarie a generare nuova conoscenza localizzata.

A sua volta, l'accesso a distanza ai *Kibs*, reso possibile dalle nuove tecnologie della comunicazione dell'informazione, dà a queste imprese un nuovo raggio di azione cosicché i *Kibs* multinazionali possono svilupparsi gradualmente combinando i vantaggi della prossimità e della varietà.

6. *La percolazione della conoscenza*

I processi di percolazione sono stati studiati nella fisica quali risultati di quattro classi di forze, definite come pressione esterna, densità, connettività e ricettività. La teoria della percolazione consente di «prevedere» modalità e tempi dei processi di percolazione nella fisica dei materiali. L'applicazione della metodologia della

percolazione all'economia della conoscenza sembra particolarmente utile in un contesto in cui socializzazione, comunicazione e ricombinazione giocano un ruolo analitico fondamentale.

Tale applicazione impone uno sforzo di assimilazione delle forze fisiche ai processi sociali. La pressione esterna può essere allora assimilata all'impatto delle nuove conoscenze scientifiche ad alto contenuto generico messe a punto prevalentemente nelle università. La nozione di pressione esterna può dunque essere ricondotta alle ben note «opportunità tecnologiche». La densità misura la distribuzione degli agenti nello spazio delle tecnologie e delle competenze. La connettività misura il numero di connessioni in atto tra gli agenti nel sistema e la ricettività riconduce alla capacità di ogni agente di assorbire le informazioni ricevute.

La *generazione* di conoscenza localizzata è vista come il risultato di un'azione collettiva fortemente influenzata dalle caratteristiche del sistema in termini di densità, ricettività e connettività, le quali definiscono la disponibilità di informazioni e dei canali di comunicazione tra gli agenti che apprendono. In realtà la capacità delle imprese di generare innovazioni tecnologiche si basa sullo sforzo continuo di tenere aperti tutti i *canali di comunicazione e informazione* e di capitalizzare sull'opportunità di apprendere creando un ambiente organizzativo appropriato e elaborando forme diverse di cooperazione tecnologica [Antonelli 1996].

L'applicazione della metodologia di percolazione per analizzare gli incentivi e le caratteristiche dinamiche della generazione e distribuzione di conoscenza tecnologica implica un certo numero di importanti condizioni:

- 1) si può ritenere che quella parte di conoscenza scientifica e tecnologica codificata che può essere facilmente assimilata da tutte le imprese senza alcun particolare sforzo di comunicazione possa esercitare la pressione esterna. È molto probabile che tutte le imprese in un sistema saranno capaci di ricevere un nuovo «pezzo» di informazione tecnologica basata su conoscenza altamente codificata anche in situazioni in cui ci sono bassi livelli di connettività e di ricettività e la densità degli agenti nel sistema è bassa. Infatti la fonte di informazioni può ritenersi abbastanza forte da raggiungere direttamente tutti gli agenti nel sistema;

2) le proprietà dei sistemi di percolazione diventano più significative quando l'informazione tecnologica è strettamente localizzata in contrapposizione a quella generica. La trasmissione di informazione tecnologica, che può essere analizzata con la metodologia di percolazione, è basata sulla conoscenza tacita, acquisita attraverso processi di apprendimento e processi di articolazione *bottom-up* di nuova conoscenza. La generazione di nuova conoscenza localizzata offre soltanto esternalità locali che riguardano solo quegli agenti che operano in stretta vicinanza tecnologica, industriale, regionale ed istituzionale agli innovatori. La connettività e la recettività sono significative quando l'assimilazione di informazioni e di conoscenza tecnologica e scientifica richiede sforzi aggiuntivi significativi;

3) esiste il rischio che lo sforzo individuale di ciascuna impresa per accrescere la recettività e la connettività risulti ininfluente e/o troppo costoso per ogni impresa. L'importanza delle esternalità tecnologiche locali è strettamente collegata ai livelli e alla qualità di comunicazione tra partner contigui così come alle caratteristiche generali dell'ambiente tecnologico. La generazione di connettività, come ad esempio nuovi canali di comunicazione, o la valorizzazione della recettività da parte di ogni impresa genera importanti esternalità. Un nuovo canale di comunicazione tra gli agenti *A* e *B*, giova anche a tutti gli altri agenti collegati sia ad *A* sia a *B*. Perciò la connettività e la recettività dovrebbero ritenersi beni semi-pubblici. Livelli appropriati di cooperazione nella comunicazione tra i partners possono essere realizzati solo attraverso iniziative a forte contenuto collettivo. Gli sforzi per aumentare la connettività tra i partners possono essere condivisi con un evidente vantaggio aggiuntivo per tutte le parti. La costruzione della connettività e della recettività è chiaramente un gioco a somma positiva. Più grande è il numero di imprese connesse e recettive, maggiore è la probabilità di percolazione e perciò l'efficienza innovativa di ogni impresa nel sistema.

L'interpretazione economica del processo di percolazione come strumento utile per capire le leggi che governano la circolazione delle informazioni all'interno di un sistema economico diventa tanto più significativa quando i parametri della probabilità di percolazione, e in particolare la connettività e recettività, non siano considerati esogeni e statici, ma endogeni e dinamici. La connettività e la

recettività infatti possono essere accresciute e rafforzate attraverso un'azione positiva, ad esempio potenziando nuove istituzioni: i club tecnologici e le imprese di servizi ad alto contenuto di conoscenza.

In generale si può rilevare che la probabilità di percolazione al tempo t influenza il comportamento degli agenti non solo rispetto ai livelli delle loro spese in R&S, ma anche rispetto ai livelli di azione intenzionale volta ad accrescere connessioni e recettività che possono aumentare l'efficienza dei fondi investiti in R&S. Perciò la probabilità di percolazione al tempo $t+1$ è influenzata anche dal comportamento delle imprese al tempo t .

Conclusioni

L'argomentazione tradizionale di Arrow costituisce la base su cui è costruita gran parte dell'economia della conoscenza. Essa sostiene che la conoscenza tecnologica è radicata nei programmi «generici», disponibile a tutti con un minimo sforzo [Arrow 1962; 1969]. Questo programma di ricerca è contestato da un nuovo approccio in cui la conoscenza tecnologica sembra avere un forte carattere localizzato. La conoscenza tecnologica localizzata è in molta parte il risultato di un processo sistemico di generazione che emerge dalla combinazione moltiplicativa e l'interazione tra l'esperienza e le competenze acquisite dagli agenti nella routine giornaliera; l'accesso e l'abilità di assorbire conoscenza tacita esterna generata dagli altri membri nel sistema di innovazione; attività formali di ricerca condotte *intra muros* e, infine, l'accesso a fonti esterne di conoscenza codificata.

La conoscenza tecnologica localizzata è il risultato di un processo dinamico *path dependent* in quanto riflette i caratteri originali «accidentali» del sistema di innovazione in cui comincia il processo dinamico e insieme riflette gli effetti del comportamento intenzionale degli agenti che apprendono [Antonelli 1995; David 1975; 1993].

L'approccio standard sottolineava l'aspetto puramente *informativo* della conoscenza tecnologica generica che era considerata come il risultato di un processo prima di tutto scientifico, cioè dell'applicazione di leggi generali a problemi specifici che potevano di conseguenza essere imitati quasi senza costo e applicati da chiun-

que altro. L'approccio antagonista sottolinea l'aspetto *tecnologico e di comunicazione* della conoscenza: richiama l'attenzione sul carattere tacito e cumulativo del *know-how* necessario sia per generare sia per usare la conoscenza e sul ruolo della comunicazione e dello scambio di informazioni delle parti coinvolte nella generazione delle loro componenti sia tacite sia codificate. La specificità della conoscenza tecnologica ad ogni impresa e ad ogni sistema di innovazione industriale e regionale che la genera e i requisiti di comunicazione sono due facce della stessa medaglia.

Le condizioni strutturali e sistemiche che governano le interazioni tra conoscenza interna ed esterna, sia tacita sia codificata, giocano un ruolo fondamentale nell'individuazione dei determinanti della distribuzione asimmetrica della capacità innovativa rispetto al tempo e rispetto a paesi, regioni e sistemi industriali e sottolineano il ruolo dei sistemi tecnologici e degli agglomerati regionali e tecnologici di imprese all'interno dei distretti industriali e tecnologici, e anche la rilevanza delle interazioni utente-produttori all'interno delle filiere industriali, dove sia la recettività delle imprese all'informazione esterna sia la connettività del sistema sembrano essere particolarmente efficaci a causa degli effetti positivi rispettivamente della vicinanza e di ripetute transazioni.

Nell'approccio schumpeteriano l'accumulazione di conoscenze e competenze localizzate, è intrinseca al processo di *learning by doing e by using*, e quindi caratterizzata da rendimenti crescenti interni ed esterni alle imprese. Più in particolare sono stati individuati due fattori connessi ai rendimenti crescenti interni: la *cumulatività*, a causa della natura stessa della produzione di conoscenza che è alimentata dalla ricombinazione di parti esistenti di conoscenza codificata e dalla loro integrazione con nuove prospettive acquisite attraverso l'accumulazione di competenze ed esperienza; le *economie di densità* a causa dei costi sommersi associati all'infrastruttura, le capacità e le competenze necessarie alla produzione di ciascuna forma specifica di conoscenza. La cumulatività e le economie di densità portano alla dinamica dell'imparare ad apprendere.

Le esternalità tecnologiche che scaturiscono nei rapporti tra università e imprese e tra imprese, a causa del flusso di comunicazione accelerato sia di conoscenza tacita che codificata all'interno di sistemi regionali ed industriali ben definiti, costituiscono il fattore

causale principale di rilevanti rendimenti crescenti esterni ad ogni impresa ma interni ai sistemi industriali. L'organizzazione, a livello di impresa e di sistema, dei flussi di comunicazione tra unità all'interno di ogni impresa e tra imprese, tra università e altri istituti di ricerca all'interno di agglomerati industriali e regionali diventa un fattore centrale per beneficiare della portata di rendimenti crescenti nell'accumulazione di conoscenza e convertirla in tempo in innovazioni tecnologiche [Teubal *et al.* 1996].

L'introduzione delle nuove tecnologie di informazione e comunicazione incide profondamente sulle attuali caratteristiche dell'organizzazione economica della produzione di conoscenza basata su alti livelli di integrazione verticale dei processi di ricerca nelle imprese e su bassi livelli di transazioni di mercato di informazione tecnologica per i ben noti problemi di non appropriabilità e non escludibilità. Le nuove tecnologie di informazione e comunicazione rendono infatti più facile l'accesso, la memorizzazione, il processo e lo scambio delle informazioni tecnologiche e rendono più sicure le condizioni di commerciabilità basate sulla definizione delle condizioni di accesso a banche dati e software dedicati che sono sempre più strumenti *problem solving*.

La co-evoluzione del nuovo sistema tecnologico centrato sulle nuove tecnologie di informazione e comunicazione e i cambiamenti paralleli nell'organizzazione della generazione di nuova conoscenza sembrano portare verso tre importanti risultati correlati:

- 1) la nascita di una nuova «industria» consistente in imprese specializzate nella generazione di nuova conoscenza e più in particolare nella valorizzazione di interfacce tra forme differenti di conoscenza rilevante che sono necessarie a generare innovazioni tecnologiche;
- 2) la maggiore efficienza nel management delle risorse investite nella generazione di innovazioni tecnologiche;
- 3) uno spostamento verso regimi di proprietà intellettuale più orientati alla diffusione e basati su brevetti su commissione.

I recenti cambiamenti tecnologici e organizzativi associati alla diffusione delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione confermano che troppa importanza è stata data, nell'economia della R&S, alle attività svolte all'interno dei confini delle im-

prese industriali, quasi come se esse fossero l'unica fonte di conoscenza per il sistema economico ed il solo fattore di accumulazione tecnologica al fine di generare innovazioni tecnologiche. L'economia della R&S pretendeva di spiegare le differenze nelle *performances* aziendali, prima di tutto nei livelli di produttività, in termini delle dimensioni di budgets di R&S. La conoscenza tacita accumulata tramite una varietà di processi localizzati di apprendimento è anch'essa un'importante fonte di conoscenza tecnologica.

Più importanti sono, tuttavia, le condizioni sociali di accesso ed uso della conoscenza tecnologica prodotta nel sistema economico. Il *trade-off* Arrowiano tra la difesa delle condizioni di appropriabilità, l'incentivo di base per gli agenti a produrre conoscenza e le limitazioni alle condizioni di uso, portate dai diritti di proprietà intellettuale – il motore per estrarre benessere economico dalla conoscenza e per produrre ulteriore conoscenza – emerge come il fattore problematico chiave della nuova economia della conoscenza e dell'attività innovativa.

I caratteri del cambiamento tecnologico in atto, dove la cumulatività e convergenza tra tecnologie apparentemente non correlate svolgono un ruolo centrale, rendono particolarmente evidenti gli effetti sociali negativi del corrente sistema di proprietà intellettuale, dove i brevetti sono assegnati in forma esclusiva agli inventori [Dasgupta 1987; Dasgupta e David 1987].

La generazione di un mercato per la conoscenza tecnologica e la separazione dei produttori di conoscenza quali imprese specializzate dall'impresa integrata verticalmente, sembrano fornire una soluzione positiva al *trade-off* di base. L'emergere di un'industria della conoscenza può diventare il fattore di crescita di economie avanzate esposte alla continua pressione imitativa da parte di paesi in via di sviluppo e quindi un fattore di crescita per l'economia mondiale.

L'apprezzamento del carattere locale della conoscenza tecnologica sembra fornire un primo supporto teorico alla nostra analisi. In realtà le imprese si basano su di un mix variabile di conoscenza tacita e generica, le quali sono sia interne che esterne ai loro confini, al fine di generare innovazioni tecnologiche localizzate. La misura in cui un'impresa sceglie di basarsi più sulla conoscenza tacita e tecnologica che su quella generica e scientifica sembra essa stessa una variabile influenzata dai caratteri dell'ambiente economico e tecnologico.

Quindi lo studio dei fattori determinanti la capacità di innovazione delle imprese deve prendere in considerazione i caratteri architettonici del sistema dell'innovazione nel quale ogni impresa è rinchiusa, e più specificamente quattro classi di fattori:

- 1) la quantità di risorse destinate a valorizzare l'accumulazione della conoscenza tacita da parte di ogni agente nel sistema;
- 2) la sua ricettività alla conoscenza tecnologica generata da terzi;
- 3) le proprietà del sistema in termini di connettività e distribuzione di agenti ricettivi;
- 4) le condizioni di offerta di conoscenza spiegata la quale può essere acquisita nel mercato elettronico.

La nuova conoscenza tecnologica in realtà emerge al meglio dall'interazione di imprese che apprendono tra di loro, con altre istituzioni scientifiche e con imprese competenti che si specializzano nella produzione di conoscenza. In tale interazione, la *comunicazione* e il commercio dell'informazione svolgono un ruolo centrale [David 1993; David e Foray 1995].

La diffusione di nuove tecnologie della comunicazione e dell'informazione ed i loro importanti effetti in termini di aumentata divisibilità, commerciabilità, separabilità e trasportabilità dell'informazione e le possibilità che esse portano nel rinforzare nuove forme di interazioni contrattuali basate su scambi *on line* di domande e risposte lungo le linee tradizionali della fornitura di servizi personali alle famiglie e servizi avanzati alle imprese, fornisce il set di condizioni di base per capire e giudicare l'evoluzione verso l'emergere di un settore di imprese specializzate nella fornitura al resto del sistema economico di servizi basati sulla conoscenza tecnologica.

La diffusione della cooperazione tecnologica, tra imprese e tra imprese e enti di ricerca universitari e pubblici, finalizzata ad intraprendere complessi programmi di ricerca, sembra essere un secondo importante passo nel tentativo di combinare livelli propri di incentivi ad innovare e di fare il migliore uso sociale della nuova conoscenza prodotta. All'interno di club tecnologici, in realtà, le imprese possono sia massimizzare l'efficienza della produzione di conoscenza quando le economie di dimensioni sono rilevanti, diffondere i benefici ad un vasto numero di utenti complementari e tutta-

via tenere sotto controllo le condizioni di appropriabilità che sono valorizzate da accordi contrattuali *ex ante* che sono rinforzati dalla generazione di reputazione e dalla segnalazione.

In questo contesto, le applicazioni delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione, rinforzate da un ricco insieme di strumenti contrattuali, sembrano in grado di concorrere a creare mercati effettivi per informazioni tecnologiche e conoscenza tecnologica. Il comportamento opportunistico dei partners può essere in realtà sanzionato, non solo dal declino della reputazione quali membri fedeli e della conseguente difficoltà a partecipare a nuovi club, ma anche e soprattutto dall'esclusione dai *network* interni di comunicazione e scambio sui quali la cooperazione tecnologica è basata in termini di mutuo accesso alle banche dati, software, archivi elettronici.

Sia l'evidenza delle imprese multinazionali che dei club di cooperazione tecnologica dimostrano quanto sia importante combinare produzione ed uso della conoscenza in modo da evitare il *trade-off* arrowiano tra il bisogno di rafforzare l'appropriabilità per incentivare la produzione di conoscenza e il costo opportunità che scaturisce dall'applicazione rigida dei diritti di proprietà intellettuale in termini di duplicazione dei costi di ricerca, di ritardi nella diffusione e di riduzione della cumulatività, oltretutto della gamma di potenziali applicazioni per gli usi della nuova conoscenza nel resto del sistema.

In realtà lo sviluppo di conoscenza all'interno delle industrie e nei distretti industriali è fortemente influenzato dalla struttura reticolare delle relazioni tra imprese. Le imprese che si basano sulla conoscenza localizzata possono valorizzare le loro capacità tecnologiche non solo tramite le spese in ricerca e sviluppo e apprendimento interno, ma anche attraverso l'assorbimento sistematico dell'output informativo derivante dall'accesso alle competenze tecnologiche e scientifiche disponibili nel loro ambiente.

Le imprese di servizio ad alta intensità di conoscenza svolgono un ruolo centrale nel fornire ad ogni agente l'accesso all'informazione scientifica e tecnologica dispersa nel sistema. Le imprese di servizio ad alta intensità di conoscenza svolgono due funzioni rilevanti nel sistema economico: esse sono contenitori di conoscenza proprietaria «quasi generica» estratta tramite ripetute interazioni sia con i clienti che con la comunità scientifica, e agiscono come inter-

faccia tra essa e la conoscenza tacita ed implicita nascosta nelle routines giornaliere delle imprese. Più specificamente, vediamo che le imprese di servizio ad alta intensità di conoscenza svolgono un ruolo importante in questo contesto quali fattori sia di connettività che di ricettività. La fornitura di servizi ad alta intensità di conoscenza al resto del sistema economico ha effetti importanti in termini di connettività in quanto l'azione di interfaccia delle imprese di servizio incrementa lo scambio di conoscenza tacita e competenza localizzata tra gli agenti nonché i livelli di ricettività, in quanto ogni impresa che acquisti la fornitura delle imprese di servizio ad alta intensità di conoscenza ha un'opportunità di apprendere dall'esperienza di altre imprese *trasferite* nei servizi dei consulenti e degli *advisers* [Miles *et al.* 1995].

L'introduzione di nuove tecnologie della comunicazione e dell'informazione sembra agire come una classica *enabling technology* che crea le condizioni per una crescente specializzazione di imprese indipendenti nella produzione di conoscenza. L'introduzione di nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione rende in realtà possibile elaborare un modello altamente idiosincratico di interazione di mercato, tra l'offerta e la domanda, basato su processi di interazione di domanda e risposta. I clienti chiedono risposte specifiche ai loro problemi tecnici e organizzativi. Il produttore di conoscenza diviene sempre più il fornitore di consulenza al progetto innovativo dell'utente.

Grazie alle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione, le imprese possono accedere allo stock di conoscenze accumulato dalle imprese specializzate nei servizi ad alto contenuto di conoscenza, e alle specifiche competenze elaborate per risolvere i loro problemi specifici, per valorizzare la loro conoscenza tacita e così mettere a punto la conoscenza localizzata necessaria per il processo innovativo.

In termini di efficienza privata, il modello specializzato di produzione, basato sull'accesso alle competenze dei produttori di conoscenza dovrebbe essere rafforzato dalle dinamiche dei *feedbacks* positivi nella produzione di conoscenza. È infatti chiaro che maggiore è il numero di «domande» che ogni produttore di conoscenza riceve, e maggiore il numero di risposte che egli è capace di generare, maggiore sarà, non solo il ricavo e la dimensione dell'attività,

ma anche l'opportunità di generare nuova conoscenza generica che può essere applicata ad un'ampia varietà di condizioni ed usi.

Sembra anche chiaro che il modello di produzione specializzata di conoscenza basato sulla fornitura *on line* di accesso alle competenze tecnologiche dei fornitori e su contratti di ricerca a lungo termine, tende a garantire livelli più alti di efficienza sociale, non solo in quanto ogni cliente potenziale di conoscenza può acquistare la quantità appropriata, ma anche in quanto ogni interazione tra l'offerta e la domanda può aumentare la quantità generale di conoscenza disponibile nel sistema grazie ai ritorni crescenti delle dinamiche di *feedbacks* positivi.

Infine, e soprattutto, il modello di produzione specializzata di conoscenza basato sull'interazione domanda-risposta dovrebbe ridurre lo spreco sociale rappresentato dalla duplicazione dei costi di ricerca e dai costi di assorbimento.

In questo modo il *trade-off* arrowiano può essere risolto parzialmente: le interazioni *on line* nelle attività di risoluzione di problemi porta alla formazione di un nuovo mercato, dove i clienti hanno poche opportunità di «rubare» la competenza stessa, dove la valutazione della competenza è possibile in termini di reputazione e l'incentivo per imprese specializzate a costruire competenze è evidente. Inoltre l'introduzione sistematica del trasferimento coatto dei diritti di proprietà (*mandated licencing*) su informazioni tecnologiche chiave, generate in interazioni nei «mercati telematici», aiuta a ridurre gli effetti negativi dell'informazione *proprietaria* rispetto ad altri utenti potenziali e incrementa dunque l'utilità sociale della conoscenza messa a punto.

La crescita di industrie specializzate per la produzione della conoscenza è suscettibile di esercitare effetti importanti sul sistema accademico. Il finanziamento pubblico delle università appare sempre più messo in discussione a causa della competizione diretta da parte di imprese capaci di produrre ricerca di base oltreché per la crisi fiscale incombente. Anche i confini tra le industrie *Kibs* e le università possono essere messi in discussione, in quanto sempre più università sono indotte, dalle restrizioni nei budget finanziati pubblicamente, a finanziare i propri programmi di ricerca fornendo le proprie competenze e conoscenze tecnologiche a clienti paganti nel mercato. Il finanziamento incrociato tra attività accademiche orientate al profitto e non, di conseguenza, è sempre più sotto accusa in

quanto le imprese delle industrie *Kibs* rischiano di subire una concorrenza iniqua da parte di produttori di servizi erogati sulla base dei soli costi variabili (essendo i costi fissi *pagati dal contribuente*).

La ravvicinata interazione tra imprese di conoscenza e università è peraltro suscettibile di aumentare l'efficienza globale del sistema della conoscenza. Le imprese delle industrie *Kibs* svolgono infatti un ruolo prezioso di agenti connettivi, specializzati nel processo di trasferimento di informazione tecnologica dalle università alle imprese industriali, tradizionalmente carente nelle relazioni tra le università e le imprese nel sistema continentale europeo.

La distribuzione nella struttura industriale, specialmente in termini di capillarità, competenza, interattività e condizioni di accesso, di imprese di servizi di conoscenza, risulta particolarmente importante per le piccole e medie imprese per le quali lo sviluppo formale delle competenze tacite è spesso fuori dalla portata a causa degli alti livelli di *soglia minima efficiente* necessari per i laboratori interni di R&S.

La distribuzione delle imprese di servizi di conoscenza nell'architettura di ogni sistema economico, insieme all'introduzione di processi di produzione di conoscenza cooperativa «a rete», alle spese in R&S, alla dotazione di un'infrastruttura accademica di base e a forme di diritti di proprietà basate sull'obbligo di *licensing*, diventano così i nuovi fattori determinanti delle capacità innovative di un sistema economico.

L'analisi tradizionale riteneva che la produzione di conoscenza e innovazione come bene pubblico fosse sub-ottimale a causa del modesto incentivo per gli innovatori potenziali e che fosse difficile valutare correttamente e assegnare diritti di proprietà sui risultati del processo d'innovazione. Sgravi fiscali e sussidi pubblici erano così diventati la via standard consigliata per sostenere l'attività innovativa. Quando la componente tacita della conoscenza tecnologica sia adeguatamente identificata, siano apprezzate le caratteristiche delle reti informative, come attributo chiave dei sistemi industriali, in cui l'informazione tecnologica è condivisa e percola da un'impresa ad un'altra, nuovi strumenti di politiche industriali e d'innovazione si impongono all'attenzione.

Nel nostro approccio, la quantità di conoscenza tecnologica che un'impresa e il sistema nel suo complesso è capace di creare è determinata dalla relazione moltiplicativa tra la quantità di risorse interne

dedicate alla R&S, le attività di apprendimento e i livelli di internalizzazione dell'informazione tecnologica esterna, sia tacita che codificata. Quest'ultima dipende dalla misura in cui le esternalità tecnologiche e la comunicazione effettiva tra gli innovatori percolano attraverso il sistema ed influenzano il processo di ricerca [Antonelli 1996].

Questo approccio ha importanti implicazioni per l'elaborazione di nuove strategie tecnologiche, sia a livello micro che a livello di sistema economico. Ogni sforzo che un'impresa fa per aumentare la probabilità di percolazione del suo ambiente di innovazione ha infatti forti effetti positivi non solo sulla sua efficienza innovativa, per ogni data quantità di risorse investite in attività di apprendimento e ricerca, ma anche sul sistema nel suo complesso. Su queste premesse si può costruire un nuovo modello di politica dell'innovazione. Il sostegno alla formazione di club tecnologici per le imprese che sono coinvolte in attività innovative complementari, specie in presenza di forti esternalità tecnologiche locali, e a forme potenziate di *outsourcing* tecnologico, diventano strumenti per l'intervento pubblico [Metcalf 1995b].

La sponsorizzazione di club tecnologici con l'aiuto dei sussidi pubblici e il sostegno alla deverticalizzazione delle attività di ricerca verso le imprese specializzate nella produzione di servizi ad alto contenuto di conoscenza sono infatti suscettibili di incrementare sensibilmente l'efficienza e la produttività delle risorse investite in attività di ricerca e apprendimento.

Le fonti di finanziamento e la specializzazione nelle attività di ricerca e sviluppo
Alessandra Lanza e Martin Marchesi

1. *Investimenti in ricerca e sviluppo: il contesto economico di riferimento negli ultimi quindici anni*

Nell'analisi dell'evoluzione delle risorse destinate alla ricerca e sviluppo in ciascun paese, per promuoverne l'indipendenza tecnologica e garantirsi vantaggi comparati e quindi anche crescita e benessere, useremo come schema interpretativo della recente storia economica, almeno due importanti fattori stilizzati nell'economia:

- le innovazioni tecnologiche diventano sempre più un elemento chiave per garantire il benessere e la ricchezza delle nazioni [Romer 1989; Grossman e Helpman 1992];
- gli stati nazionali diventano sempre più aperti al commercio mondiale e sempre più interdipendenti [Krugman 1995; Ethier 1982].

Questi due elementi sono tra loro fortemente interrelati grazie anche al continuo e rapido sviluppo delle tecnologie di informazione e comunicazione che favoriscono contatti più frequenti e minore *dispersione tecnologica* tra gli innovatori. Per *dispersione tecnologica* intendiamo la lontananza fisica e spaziale che non viene ridotta da un uso intensivo delle moderne tecnologie di informazione e comunicazione. In questo caso la possibilità di fertilizzazione incrociata nello sviluppo di nuovi prodotti e/o nuovi processi viene drasticamente ridotta, con una conseguente perdita di benessere a livello collettivo, ma possibili rilevanti rendite *da posizione* a livello del singolo operatore o Stato.

Al contrario, nell'analisi seguente cercheremo di dimostrare che la *dispersione tecnologica* si è ridotta nell'ultimo ventennio,

fenomeno che ha dato origine a cicli di vita dell'innovazione caratterizzati da onde sempre più brevi e quindi alla *necessità* di destinare risorse crescenti alla ricerca e sviluppo per rimanere competitivi sul mercato mondiale. Alla necessità non ha tuttavia corrisposto nella pratica un effettivo aumento delle risorse destinate alla ricerca e sviluppo: celebre è il caso dell'Italia, analizzato di seguito, che destina soltanto poco più dell'1% del suo prodotto interno lordo alla ricerca.

L'interrelazione crescente dei mercati mondiali e lo sviluppo di mercati della domanda sempre più consapevoli, selettivi e, soprattutto, organizzati rendono l'innovazione una variabile chiave per mantenere una posizione competitiva non solo nel commercio mondiale, ma anche a livello nazionale.

Inoltre si evidenzia un'inversione di tendenza storica: mentre nel trentennio precedente gli Stati Uniti erano sempre stati esportatori netti di prodotti ad alta tecnologia, e paesi come l'Italia e il Giappone continuavano ad importare «tecnologia» e ad esportare prodotti a contenuto tecnologico medio-basso, oggi gli Stati Uniti hanno disinvestito più del 10% in soli sei anni nella ricerca destinata a prodotti ad alta tecnologia, mettendo le basi per un avvicinamento dei paesi «importatori» di tecnologia ai paesi «produttori» e soprattutto identificando nuovi chiari *pattern* di specializzazione.

Gli Stati Uniti ed il Regno Unito, infatti, hanno cominciato un evidente sentiero di specializzazione negli investimenti in tecnologia dei servizi o in attività innovative nel cambiamento organizzativo, mentre i paesi a tecnologia più tradizionale, come l'Italia, stanno cominciando a specializzarsi in prodotti ad alta tecnologia. In Italia, infatti, a fronte di investimenti in ricerca invariati nell'ultimo quinquennio in tutti i settori tradizionali, gli investimenti per la ricerca in nuove tecnologie di informazione e comunicazione sono cresciuti di più di 10 punti percentuali.

Il periodo 1981-1998 è stato caratterizzato dal punto di vista economico-politico da significativi cambiamenti strutturali che hanno profondamente modificato gli equilibri di breve periodo delle diverse aree geografiche mondiali. La formazione di diversi «blocchi di commercio» (dal Nafta al Mercosur, fino alla costituenda Unione Monetaria Europea), la fine della guerra fredda e il lento processo di riconversione delle ex economie pianificate ad econo-

mie di mercato, sono tutti eventi che oltre ad aver avuto un primo evidente impatto sui fondamentali delle diverse economie – tassi di crescita del Pil, inflazione, tassi di interesse, tassi di cambio, saldi commerciali – hanno significativamente alterato i trend storici delle attività di ricerca e sviluppo, sia a livello aggregato, in termini di risorse finanziarie e di capitale intellettuale dedicate alla ricerca, sia a livello microeconomico, in termini di spostamento delle attività di ricerca da settori tradizionali a settori emergenti.

Nonostante l'economia mondiale sia stata oggetto di molteplici forze di disequilibrio negli ultimi quindici anni rispetto al ventennio precedente, il totale dell'attività economica mondiale ha continuato a crescere, registrando un incremento nel prodotto mondiale di circa il 40% nel periodo 1980-1997¹. Nello stesso periodo il commercio mondiale è cresciuto di circa il 70% [Romer 1989; Grossman e Helpman 1992], continuando il trend di internazionalizzazione delle economie, già evidenziato nel corso degli anni '60 e '70, anche se si sono rafforzati i flussi di commercio *interni* ai blocchi, rispetto a quelli *tra* blocchi: la recente crisi finanziaria sui mercati asiatici ha tuttavia provocato turbolenze piuttosto serie all'interno del blocco commerciale del Sud-Est dell'Asia e degli scambi commerciali del Giappone, la cui quota di commercio con questi paesi era di circa il 35% prima della crisi.

Lo sviluppo delle attività economiche è sempre stato storicamente distribuito in modo non uniforme tra le varie aree geo-economiche mondiali. I cinquanta paesi di seguito presi in considerazione producevano nel 1980 l'88% del Pil mondiale ed hanno marginalmente accresciuto questa quota negli ultimi quindici anni, data la stagnazione relativa delle economie dell'area del Sud-Africa. All'interno dei cinquanta paesi considerati, la triade Europa, Nord-America e Giappone produce la quota maggiore del prodotto interno lordo mondiale, nonostante il prodotto interno lordo complessivo dell'area sia cresciuto, in termini nominali, a ritmi significativamente inferiori rispetto alle economie asiatiche. Tra il 1984 ed il 1992 la crescita del Pil nominale dei paesi industrializzati è stata di circa il 24%, la crescita del Canada e degli Stati Uniti di circa il 20%, quella dell'Europa del 23%, contro tassi di crescita tutti superiori al 37% (Giappone) delle econo-

¹ *World statistics yearbook*, IMF, 1997.

mie asiatiche e compresi fra il 12 ed il 20% delle economie latino-americane, in seguito alla crisi debitoria dei primi anni '80².

Se guardiamo all'andamento del Pil reale nel ventennio 1970-1990, notiamo che i paesi che hanno beneficiato di una crescita economica media superiore al 5% sono stati Messico, Korea ed Islanda nel periodo 1970-1980 e la sola Korea nel periodo 1980-1990. L'Europa è stata caratterizzata da tassi di crescita compresi tra il 2 ed il 4,5% tra il 1970 ed il 1980, a fronte di una crescita del 3,1% degli Stati Uniti e del 4,4% del Giappone. Il decennio successivo vede, invece, un sostanziale rallentamento delle economie occidentali con tassi di crescita compresi tra il 2 ed il 3% in Europa, del 2,9% negli Stati Uniti, ma ancora del 4% in Giappone e superiori al 5% nell'area asiatica. Gli anni '90, di cui prendiamo in considerazione anche la parte previsiva, sono caratterizzati da una protratta fase recessiva in Giappone, la cui ripresa di un ciclo espansivo, cominciata nel 1996, è stata seriamente limitata dalla crisi finanziaria sui mercati asiatici, un mantenimento della crescita media negli Stati Uniti, dove i picchi dei cicli economici diventano sempre più moderati, un ciclo recessivo in Europa, fatta eccezione per il Regno Unito, smorzatosi nel corso del 1997.

Individuare i cicli economici di crescita e le differenze tra aree ci aiuta ad analizzare se vi siano correlazioni positive tra fasi espansive e più alta intensità negli investimenti in ricerca e sviluppo o se non

² Si considerano le seguenti aree geo-economiche:

Europa:

- Europa Occidentale (EU 15 + Islanda, Norvegia, Svizzera): Austria, Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Grecia, Italia, Irlanda, Lussemburgo, Olanda, Portogallo, Spagna, Regno Unito, Islanda, Norvegia, Finlandia, Svezia, Svizzera.
- Europa Orientale: Bulgaria, Repubblica Ceca, Ungheria, Polonia, Romania, Russia, Slovacchia, Turchia, Ucraina.

America:

- Nord America: Stati Uniti, Canada, Messico.
- America Latina: Brasile, Cile, Argentina, Venezuela.

Asia:

- Sud-Est Asia: Giappone, Korea, Singapore, Taiwan, Hong Kong, Indonesia, Malesia, Filippine, Thailandia.
- Asia meno sviluppata: Cina, India, Pakistan.

Oceania: Australia, Nuova Zelanda.

Medio Oriente e Africa: Israele, Sud-Africa.

sia piuttosto vero che siamo in presenza di un meccanismo di incentivi tale per cui i paesi investono di più in ricerca durante le fasi di recessione al fine di mantenere ed eventualmente accrescere la propria quota di commercio internazionale. È inoltre interessante indagare se esista una relazione univoca tra paesi a crescita più elevata e maggiori quantità relative di risorse finanziarie destinate alla ricerca.

Un trend altamente disomogeneo per aree geo-economiche è anche evidente quando si prendano in considerazione gli investimenti fissi in capitale: la quota di investimenti in rapporto al prodotto interno lordo risulta in media negli anni '80 e '90, depurati dall'effetto distorsivo dell'ultimo anno, caratterizzato dal crollo dei mercati finanziari, più del 30% in Giappone e nelle tigri asiatiche, circa il 20% nei paesi dell'Europa occidentale, circa il 18% negli Stati Uniti (si veda la tabella 1).

2. Investimenti in ricerca e sviluppo: trend storici e ripartizione geografica

Analizzando gli investimenti lordi in ricerca e sviluppo a livello paese³, che coprono tutte le attività di ricerca e sviluppo finanziate e svolte sul territorio nazionale in ciascun anno, notiamo che le attività di ricerca degli Stati Uniti tra il 1981 ed il 1996, misurate in parità del potere d'acquisto, hanno mantenuto un differenziale di circa quattro volte superiore rispetto al Giappone per tutti i quindici anni di riferimento. All'interno dell'area europea, in termini assoluti, la Germania mantiene la quota più alta di finanziamento alla ricerca pur presentando un trend decrescente negli ultimi anni, in relazione anche all'inserimento della Germania Est nei dati a partire dal 1991. Tutti gli anni '90 sono, comunque, caratterizzati da un significativo «disinvestimento» in ricerca e sviluppo. Al contrario gli anni '80 erano stati caratterizzati da tassi di crescita reali delle spese in R&S pari al 6% all'anno in Giappone, al 16% nelle tigri asiatiche e al 4% in Europa: unica eccezione è rappresentata dalle economie in transizione che hanno drasticamente ridotto le proprie spese in ricerca, evidenziando anche la necessità di un periodo di riconversione dei

³ Definizione Ocse: *Gerd = Gross expenditure on research and development.*

Tabella 1. Intensità degli investimenti (investimenti lordi per unità di prodotto %).

| | Stati Uniti | | Giappone | | Francia | | Germania | | Italia | | Regno Unito | |
|--|-------------|------|----------|------|---------|------|----------|------|--------|------|-------------|------|
| | 1980 | 1994 | 1980 | 1993 | 1980 | 1994 | 1980 | 1993 | 1980 | 1994 | 1980 | 1992 |
| <i>Settore manifatturiero totale</i> | 4,4 | 4,5 | 5,5 | 7,9 | 5,2 | 4,8 | 4,5 | 4,3 | 7,1 | 4,8 | 4,1 | 3,7 |
| Alimentari, bevande, tabacco | 2,6 | 3,6 | 5 | 6,2 | 4 | 4,5 | 3,2 | 4,1 | 4,4 | 5 | 2,9 | 3,3 |
| Legno e prodotti del legno | 2,5 | 2,6 | 2,9 | 4,2 | 3,2 | 3,2 | 2,9 | 2,6 | 6,6 | 3,8 | 2,3 | 2,8 |
| Tessile, abbigliamento e pelli | 4,4 | 2,9 | 2,6 | 2,4 | 6,7 | 5,5 | 3,5 | 4 | 7,6 | | 3,3 | 3 |
| Carta e stampa | 5,6 | 5 | 6,3 | 8,3 | 4,9 | 4,1 | 7,2 | 6,8 | 7,9 | | 4,5 | 4,5 |
| Settore chimico | 4,3 | 5,8 | 6,2 | 13,3 | 5,3 | 5,5 | 3,8 | 4,1 | 7,6 | | 4,2 | 4 |
| Farmaceutica | 5,6 | 7 | 8,1 | 11 | 3,3 | | 4,2 | 6,1 | | | 6,9 | 6,2 |
| Prodotti minerali non metalliferi | 7,2 | 6,9 | 8,6 | 9,3 | 9,9 | 8,1 | 6,5 | 6,9 | 12,1 | 8 | 6,9 | 4,5 |
| Metallurgia di base | 4,4 | 5,8 | 3,6 | 10,1 | 5,5 | 5,4 | 4,8 | 5 | 7,3 | 2,7 | 3,2 | 2,8 |
| Metalli manufatti e macchinari | 5 | 4,3 | 6,8 | 7,7 | 5,7 | 4,7 | 5,1 | 3,9 | 7,3 | 5,7 | 4,8 | 3,7 |
| - macchinari non elettrici esclusi computer | 5,1 | 3,9 | 5,3 | 7,2 | 4,1 | 3 | 3,5 | 2,5 | 6,2 | | 4,4 | 2,4 |
| - computer e macchine per ufficio | 7,4 | 3,5 | 7 | 7,4 | 15,6 | | 15,2 | 5,5 | 13,7 | | 4,8 | 1,7 |
| - apparecchiature elettriche tranne apparecchi di comunicazione | 7 | 5,9 | 7,4 | 7,7 | 6,2 | 6,1 | 4 | 3,9 | 6,7 | | 4,2 | 3,8 |
| Apparecchiature di comunicazione e semiconduttori | 10 | 7,5 | 8,3 | 8,1 | 4,3 | | 5,1 | 4,3 | 2,5 | | 5 | 4,3 |
| Veicoli a motore | 6,3 | 4,8 | 8,2 | 8,3 | 7,8 | | 6,6 | 4,5 | 5,4 | | 6,5 | 6,2 |
| Aerospaziale | 3,4 | 3,2 | | 8,1 | 5,8 | | 5,6 | 5,5 | 6,1 | | 3,9 | 2,1 |
| Strumenti scientifici | 4,1 | 4 | 7 | 6 | | | 13,9 | 6,9 | 10,4 | | 7,9 | 10,2 |

campi di ricerca, da settori scientifici orientati alla difesa e settori civili collegati, ad una ricerca più orientata a settori a più alto consumo e meglio rispondente ad una logica di mercato.

Analizzando l'ammontare dei finanziamenti alla ricerca per macro aree geo-economiche emerge che l'ammontare di ricerca finanziato dai soli cinque maggiori paesi europei (Francia, Germania, Italia, Regno Unito, Spagna) eccede quello della costituenda Unione monetaria europea (EMU 11)⁴, evidenziando il rilevante peso della ricerca anglossassone, che non rientra in quest'ultimo gruppo. Lo scostamento tra le spese in ricerca europee (EU 15) e quelle dell'area Nord-americana (Stati Uniti, Canada e Messico) cresce nel tempo, da circa il 25% nel 1981 a più del 40% nel 1995.

L'intensità delle spese in ricerca e sviluppo è cresciuta nei paesi Ocse e nei paesi di recente industrializzazione nel corso degli anni '80, periodo in cui si registravano tassi di crescita del Pil inferiori alla crescita annuale delle spese in ricerca. Il primato nell'intensità delle attività di ricerca, storicamente statunitense, si rovescia a metà degli anni '80, diventando giapponese. Nel corso degli anni '90 tutti i paesi mostrano una diminuzione o stabilità dell'intensità della ricerca, a fronte di tassi di crescita più bassi dei decenni precedenti. Questo dato evidenzia con ancora maggior forza l'entità dei disinvestimenti in ricerca verificatisi a livello mondiale nel corso degli anni '90.

L'unico blocco di paesi che si discosta dal trend decrescente degli anni '90 è costituito dai paesi del Nord-Europa che hanno sperimentato dal 1994 tassi di crescita del Pil nettamente superiori alla media europea. Il trend in ascesa delle spese in ricerca risulta quindi rafforzato rispetto alla crescita economica. Il tasso di decremento nell'intensità di ricerca dell'Unione Europea risulta inferiore a quello statunitense, che partendo da percentuali più elevate ha risentito in modo più significativo della «crisi della ricerca» negli anni '90. Una possibile spiegazione è rappresentata da un crescente peso della ricerca nei servizi, per esempio nelle applicazioni software, che sfuggono alla quantificazione delle statistiche ufficiali. Questo fenomeno spiegherebbe perché tutti i paesi che sono tra-

⁴ EMU 11 = EU 15 esclusi Regno Unito, Grecia e Danimarca.

dizionalmente stati leader nei processi di ricerca e sviluppo (Stati Uniti, Giappone, Germania, Francia) abbiano progressivamente diminuito l'intensità della ricerca nel corso degli anni '90, mentre quelli a più bassa intensità di ricerca, come Italia e Spagna l'abbiano mantenuta stabile o addirittura debolmente accresciuta.

3. Chi finanzia le attività di ricerca e sviluppo? Comportamenti asimmetrici per aree geo-economiche

Scomponendo le percentuali di ricerca finanziata rispettivamente dall'industria, dal governo, da fonti nazionali diverse e da fonti estere, si nota come la quota finanziata dall'industria sia predominante in tutti i paesi, situandosi tra un arco di valori che vanno dal 40 al 75% del totale, quella finanziata dal governo copra una quota tra il 25 ed il 50%, le altre fonti nazionali contino una percentuale tra lo 0 ed il 10%, mentre i finanziamenti esteri inizialmente nulli finanzia oggi in alcuni paesi oltre il 16% delle spese in R&S.

La quota di ricerca finanziata dall'industria mostra un trend decrescente in Giappone, che rimane, comunque, il paese con la più alta componente privata di finanziamento, a partire dagli anni '90; in Spagna a partire dal 1991 e nel Regno Unito a partire dal '93. Al contrario, paesi che negli anni '80 avevano maggiore accesso ai finanziamenti pubblici come gli Stati Uniti e la Francia si spostano verso i finanziamenti privati nel corso degli anni '90. L'Italia che tra il '90 ed il '92 aveva significativamente accresciuto la sua quota di finanziamento a carico dell'industria, torna a vederla decrescere tra il 1992 ed il 1994, in corrispondenza di un ciclo recessivo, pur mantenendosi ad un livello di circa 10 punti percentuali più elevato rispetto ai valori pre-1991.

L'andamento dei finanziamenti governativi alla ricerca mostra un trend perfettamente speculare a quello del finanziamento privato: il Giappone ha infatti la quota più bassa, ma in ascesa a partire dagli anni '90, così come la Spagna, che pur tende ad accrescere la propria già ragguardevole quota nel corso degli anni '90. Al contrario gli Stati Uniti e la Francia subiscono un rilevante decremento dei finanziamenti governativi negli anni '90. Fa eccezione il Regno Unito, che pur subendo un calo del finanziamento privato non viene

compensato da più ingenti finanziamenti pubblici, è tuttavia l'unico paese in cui i finanziamenti esteri abbiano raggiunto una quota significativa negli anni '90. I finanziamenti derivanti da fonti nazionali diverse, ovvero, principalmente da istituzioni universitarie ed enti privati *non profit* mostrano un peso significativo solo in Giappone, mentre sono rapidamente cresciuti a partire dagli anni '90 nel Regno Unito e negli Stati Uniti. Restano, invece, prossimi allo zero per tutto il periodo considerato in Italia.

Al contrario, gli Stati Uniti ed il Giappone sono in grado di coprire i propri finanziamenti alla ricerca interamente *in house* con una quota di ricerca finanziata da fonti estere prossima allo zero in tutto il periodo. Significativo, invece, il finanziamento estero alla ricerca del Regno Unito, che ha raggiunto nel 1995 una quota pari al 16% del totale dei finanziamenti lordi. In forte crescita risulta anche la componente estera del finanziamento di Francia e Spagna, a partire dalla seconda metà degli anni '80. La consistente crescita, in termini percentuali, dei finanziamenti esteri alla ricerca soprattutto nei paesi europei fa pensare che il rifinanziamento attraverso i programmi comunitari a progetti di ricerca nazionali abbia giocato un ruolo fondamentale nell'ultimo decennio. È tuttavia evidente dai dati che i paesi che riescono ad usufruire dei finanziamenti europei sono anche quelli che riescono a presentare progetti più competitivi, assicurando tempi, modi ed adeguatezza delle strutture per portare a termine il processo di ricerca. In questo senso i finanziamenti comunitari non hanno giocato un ruolo di sussidio incrociato alle aree meno sviluppate, ma hanno piuttosto posto in essere le condizioni affinché si realizzi un processo competitivo volto alla selezione di progetti di ricerca ottimali dal punto di vista dei benefici collettivi che potrebbero apportare all'Unione Europea.

La principale fonte di finanziamento alla ricerca nell'area del Nord-America è costituita dal finanziamento del settore privato, mentre il peso dei finanziamenti governativi è diminuito di circa il 10% in soli otto anni. Università ed istituzioni non governative accrescono nello stesso periodo la propria quota di finanziamento di circa il 120%, pur continuando ad avere in termini relativi un peso quasi trascurabile sul totale dei finanziamenti (solo il 4% nel 1993).

Interessante il comportamento del Nord-Europa che per struttura dei finanziamenti è molto più vicino al blocco del Nord-America

che non ai paesi *core Europe*: la percentuale di finanziamento privato è infatti, nel 1993, vicina al 60%, mentre quello pubblico scende sotto il 40%.

4. *Implementazione dei progetti di ricerca e sviluppo: relazioni tra enti «realizzanti» e fonti di finanziamento*

Analizzando i dati relativi alla realizzazione dei progetti di ricerca, si nota immediatamente che il comportamento del settore privato riflette nell'output della ricerca la propria componente di autofinanziamento. La ricerca fatta dalle imprese è infatti più elevata là dove (Stati Uniti, Giappone, Regno Unito) vengono investite maggiori risorse finanziarie proprie, mentre è inferiore (Italia, Spagna), dove i finanziamenti del settore privato stentano a decollare e vengono in larga parte compensati da finanziamenti pubblici. Questo significativo scostamento tra fonti di finanziamento (pubbliche) e realizzazione della ricerca (privata) non sembra quindi produrre risultati efficienti. In altre parole i sussidi pubblici alla ricerca privata non hanno prodotto un significativo aumento della percentuale di ricerca effettivamente «prodotta» dal settore privato.

Diametralmente opposto il comportamento delle università che pur avendo una quota di finanziamento propria prossima allo zero ed usufruendo quindi di finanziamenti, in gran parte pubblici, ed in qualche caso privati, producono un output di ricerca che pesa percentualmente tra il 15 ed il 30%, a seconda dei paesi. Va notato come gli stessi paesi che mostrano una *performance* insoddisfacente del settore industriale, dal punto di vista della ricerca (Italia e Spagna), sono leader nella ricerca portata a termine dalle università.

Il trend della ricerca fatta dal governo rispecchia abbastanza fedelmente la quota di finanziamenti investiti «in proprio». Stati Uniti e Giappone, mostrano infatti una percentuale significativamente più bassa, rispetto ai paesi europei, di ricerca fatta dall'intero apparato dell'amministrazione pubblica.

Le organizzazioni private non governative hanno assunto nei processi di ricerca un peso crescente a partire dalla seconda metà degli anni '80 soprattutto negli Stati Uniti ed in Giappone, entrambi paesi dove queste stesse organizzazioni hanno avuto maggiore

sviluppo (si pensi, per esempio, alle organizzazioni a tutela dei consumatori). In netta controtendenza il comportamento del Regno Unito, dove a partire dagli anni '90 il peso della ricerca effettuata da enti *non profit* è drammaticamente diminuito. Mostrano invece un trend parzialmente convergente verso gli Stati Uniti, paesi come Francia e Spagna, mentre restano prossimi allo zero Italia e Germania, la prima per un mancato sviluppo di queste organizzazioni, la seconda perché il decollo delle stesse è stato rallentato dal processo di unificazione.

5. L'impatto sulla ricerca e sviluppo da parte dei fondi pubblici

Fino ad un ventennio fa, una delle più importanti componenti del finanziamento degli investimenti in ricerca e sviluppo era rappresentata dalle sovvenzioni pubbliche. Ciò era giustificato con l'esigenza di mantenere gli investimenti ad un livello ottimale, a fronte di una tendenza da parte delle imprese private a sotto-investire.

Laddove si percepiva un *gap* rispetto ai paesi maggiormente avanzati tecnicamente, i governi intervenivano finanziando le spese, o in via diretta, accollandosi oltre alle spese, l'onere di gestire le attività di R&S, oppure finanziando l'attività innovativa delle imprese.

Concentrando l'attenzione sul primo tipo di finanziamento (quello diretto), è possibile notare come per molto tempo l'incidenza della ricerca svolta direttamente da organismi pubblici fosse di assoluto rilievo. Di recente, però, tale fenomeno è stato sensibilmente ridimensionato. Malgrado la differente entità degli importi, in quasi tutti i paesi si è registrato un trend molto simile, con la percentuale di spese per la ricerca e sviluppo finanziata da fondi pubblici che si è via via ridimensionata; per i paesi dell'Ocse, l'incidenza media dei fondi pubblici sul totale dei finanziamenti è passata da quasi il 50% a poco più del 33%.

Questo fenomeno può essere interpretato in svariati modi: innanzitutto, vi è la constatazione, lapalissiana, che la percentuale di investimenti in R&S direttamente gestita dal settore privato e dagli enti non pubblici sta crescendo rispetto a quella finanziata direttamente da fondi pubblici. Questo può essere il risultato di:

- un aumento più che proporzionale da parte degli investimenti in valore assoluto da parte del settore non pubblico;
- una graduale diminuzione degli investimenti diretti da parte del settore pubblico.

Una seconda interpretazione è che, poiché quanto detto in precedenza riguarda solamente gli investimenti diretti in R&S lo Stato può aver deciso di passare da un sistema di investimento diretto ad uno di sovvenzioni ai privati.

Quello che è indubbio è che la componente pubblica dei finanziamenti alle spese di ricerca e sviluppo rimane molto elevata. Questo è un punto di non secondaria importanza, in quanto gli investimenti in R&S saranno tanto più influenzati dalle linee politiche del governo in carica quanto più rilevante sarà la quota di spesa da esso finanziata.

5.1. Il peso del finanziamento diretto da parte dell'ente pubblico: «mondo bellico» e «mondo pacifico»

Il primo fenomeno che sarà esaminato riguarda l'impatto da parte dei fondi pubblici che finanziano direttamente le spese per la ricerca e sviluppo. Si è detto in precedenza che, benché la loro quota si sia notevolmente ridimensionata, i fondi pubblici ricoprono ancora circa un terzo del totale dei fondi destinati ad essa. È chiaro, quindi, che la composizione delle spese sarà fortemente condizionata dalle linee politiche in ciascun paese.

Un indicatore molto importante, in questo senso, diventa il budget di spesa governativo riguardante i fondi destinati alla ricerca e la ripartizione che viene fatta all'interno di essi. L'importo stanziato, come si vedrà in seguito, non corrisponde perfettamente ai fondi pubblici che effettivamente finanzieranno le attività di ricerca e sviluppo, ma rappresenta un buon indicatore delle linee che il governo vorrà intraprendere.

Per avere un'idea di come le erogazioni di fondi pubblici seguano spesso delle logiche più legate alla politica che a considerazioni di politica economica sono stati confrontati due periodi con scenari di politica internazionale molto diversi. Da una parte il periodo della guerra fredda, dall'altro quello seguente alla caduta del muro di

Berlino, che ha segnato l'inizio di un periodo di rilassamento dei rapporti tra i due ex «blocchi».

La variabile presa in considerazione è stato il budget del governo relativo alle spese per ricerca e sviluppo, suddiviso nelle sue due macro componenti: spese belliche e spese civili. I paesi presi in esame sono stati i più importanti dell'Ocse, quindi i principali europei, gli Stati Uniti, il Regno Unito ed il Giappone. Il periodo esaminato è stato il decennio che va dal 1985 al 1995 nel quale l'anno 1989, data della caduta del muro di Berlino, ha fatto da spartiacque tra il periodo della tensione e quello del rilassamento.

L'analisi dei dati ha fornito indicazioni di sicuro interesse. Innanzitutto gran parte dei paesi esaminati hanno mostrato un trend decrescente della quota di spesa dedicata alla ricerca bellica. Un'importante eccezione riguarda il Giappone, che malgrado mantenga valori molto bassi (prossimi al 10%), mostra un trend positivo per tutto il periodo esaminato. La spiegazione di ciò è piuttosto ovvia, vista la relativa distanza del paese dalle tensioni della guerra fredda.

La maggior parte dei paesi europei, inoltre, mostrano un massimo che si attesta nel periodo 1989-1990, a dimostrazione che la fine della guerra fredda ha significato un sensibile ridimensionamento delle spese per la difesa.

Il trend ha mostrato un declino per gli Stati Uniti nel periodo 1988-1989: malgrado tale inversione la percentuale del budget che gli USA dedicano alle spese per la difesa rimane molto significativa (quasi il 70% nel 1985, oltre il 50% nel 1995). Ciò non dovrebbe destare particolare sorpresa in un paese in cui il «Welfare State» è ridotto al minimo e la cui vocazione risulta essere quella di leader a livello mondiale.

Un trend simile a quello degli Stati Uniti è evidenziato dal Regno Unito, il cui budget, nel periodo 1985-1995, è stato composto dalle spese per la difesa per una percentuale compresa tra il 50% ed il 40%.

In Europa un andamento piuttosto insensibile agli eventi legati alla guerra fredda è stato registrato per esempio in Olanda, dove le spese per la difesa hanno avuto un andamento molto simile a quanto già visto per il Giappone, con un'incidenza sempre minore del 10% e con trend positivo per tutto il periodo esaminato.

Passando all'Italia, è possibile notare un andamento molto contrastato della componente di spesa per la difesa presa in considera-

zione nel periodo esaminato: il massimo è stato raggiunto nel biennio 1988-1989, dopodiché si è registrato un brusco ridimensionamento. La percentuale di budget dedicata alle spese per la difesa in Italia hanno superato solo nel biennio di picco il 10% di incidenza sul totale, mentre l'incidenza media è stata dell'8-9%, con alcuni periodi addirittura inferiori al 6%.

Da questa prima analisi si potrebbero già trarre una serie di conclusioni: visto che il peso della ricerca e sviluppo condotta da enti pubblici ha un peso molto importante sul totale, e visto che vi è un'ulteriore influenza di notevole importanza derivante dai sussidi alla ricerca che dagli stessi enti pubblici vengono erogati verso i privati, per capire quali saranno i campi in cui la ricerca di un paese sarà concentrata, è molto importante prendere in considerazione quelle che sono le impostazioni dell'ente pubblico. Un esempio, quello appena citato, riguarda la ripartizione tra spese per la ricerca nel campo della difesa ed altre spese. In un periodo come quello della guerra fredda, vi sono dei governi che hanno indirizzato più del 50% dei fondi destinati alla ricerca e allo sviluppo di nuove tecnologie in campo bellico. Ciò ha ovviamente un peso non trascurabile sull'attività di R&S nel suo complesso nei singoli paesi.

Finora il fenomeno è stato analizzato in termini percentuali, in quanto l'analisi si è focalizzata sulla ripartizione dei fondi, considerando il totale dei finanziamenti come un dato esogeno. In realtà, considerare il totale delle spese come un dato esogeno, che non varia a seconda delle politiche decise potrebbe essere un grave errore.

Si potrebbe, infatti, immaginare il caso in cui le spese per il budget si decidono in un primo momento, e solo in seguito si proceda alla loro suddivisione secondo le necessità. Potrebbero, altresì, verificarsi dei casi in cui le spese per la ricerca e sviluppo nei vari campi si decidono indipendentemente, ed in seguito si aggregano per raggiungere un totale, soggetto ad un'eventuale revisione nelle singole voci.

Tornando all'esempio della guerra fredda, le tensioni internazionali potrebbero aver spinto i vari governi ad una ricomposizione all'interno dell'aggregato delle spese per la ricerca e sviluppo, ma potrebbero anche aver spinto gli stessi a decidere di aumentare il totale delle spese per aumentare la quota destinata alla difesa e ridimensionare meno marcatamente le altre voci di spesa.

Per approfondire questo punto, sono state prese in considerazione due variabili: i fondi destinati alla ricerca nel campo della difesa ed il totale dei fondi stanziati per la ricerca e sviluppo⁵.

La prima variabile ha permesso di mostrare il trend delle spese per la ricerca nella difesa, depurato da eventuali effetti legati all'aumento o alla riduzione del budget per le spese in ricerca e sviluppo. La seconda variabile permette di mostrare eventuali influssi delle impostazioni politiche del governo sul totale delle spese per la R&S.

Partendo dalla prima variabile, è possibile notare come il trend delle spese per la difesa sia ancor più accentuato quando le si esamina nel loro valore assoluto.

Innanzitutto è da notare l'andamento degli Stati Uniti. Nel 1985 venivano stanziati circa 40 miliardi di dollari per la ricerca nel campo della difesa, quasi dieci volte quanto veniva stanziato dal Regno Unito e dalla Francia; tutti gli altri paesi del campione mostravano valori molto inferiori. Il massimo è stato raggiunto dagli USA nel biennio 1987-1988, quando lo stanziamento ha sfiorato i 44 miliardi di dollari. Da allora tale voce è stata ridotta quasi costantemente, fino ad arrivare ai 33 miliardi di dollari del 1995.

Anche i principali paesi europei hanno confermato i trend visti in precedenza: va notato che tra di essi risulta molto netto il divario tra Regno Unito e Francia ed i paesi restanti. Il Regno Unito ha mostrato un trend decrescente per l'intero periodo, passando dai quasi 4,6 miliardi di dollari del 1985 ai 3 miliardi del 1995. La Francia ha invece confermato il «picco» del 1990, quando ha raggiunto i quasi 5,6 miliardi di dollari (4 miliardi nel 1985 e 3,5 miliardi nel 1995).

Passando all'Italia, si può notare come, anche in questo caso, risultino particolarmente rilevanti i finanziamenti per la difesa decisi nel periodo 1988-1989. Si può notare, altresì, come nel 1990 vi sia stato un brusco calo degli stanziamenti, che si è ridimensionato in parte negli anni 1991-1994.

Proprio nel caso dell'Italia si può notare chiaramente l'influsso della guerra fredda e della sua fine. A cavallo degli anni 1989 e

⁵ I valori sono stati omogeneizzati portando tutte le osservazioni in parità di potere di acquisto del dollaro e valori del 1990.

1990 si è passati dai valori massimi registrati ad un brusco ridimensionamento, che appare per certi versi una sovra-reazione, visto che nei periodi successivi l'entità degli stanziamenti ritorna su valori più elevati.

Quanto visto finora conferma che gli avvenimenti politici hanno avuto un influsso sull'entità degli stanziamenti per la ricerca nel campo della difesa. Non vi sono stati, infatti, ridimensionamenti delle altre voci di spesa che possono aver influenzato la percentuale del budget dedicata alla sovvenzione della ricerca e sviluppo per la difesa. Anzi, la differenza tra totale del budget per la ricerca e sviluppo e la spesa per la ricerca della difesa mostra in molti casi valori crescenti.

Se si passa all'analisi del totale degli stanziamenti per la ricerca e sviluppo, diventa chiaro come la crescita dei fondi destinati alla difesa non abbia un impatto negativo sulle restanti voci, che appaiono pressoché indipendenti dai primi.

Nel caso degli Stati Uniti, che maggiormente dovrebbero risentire dell'andamento della componente legata alla difesa, mostrano un andamento del totale delle spese per la ricerca messe in budget solo in parte influenzato da essa. Anzi, concentrando l'attenzione sugli stanziamenti per la ricerca in campo civile, è possibile notare come per l'intero periodo esaminato essi crescano in valore assoluto, passando dai 19 miliardi di dollari del 1985 ai circa 28 miliardi del 1995. Gli incrementi annui più rilevanti sono stati registrati nel periodo 1989-1991, a conferma di una sorta di «ricomposizione» all'interno degli stanziamenti.

È interessante anche il caso della Francia, che mostra una crescita del totale stanziamenti molto simile alla crescita della componente riferita alla difesa («picco» nel 1990), mentre la riduzione degli stessi stanziamenti per la difesa risulta molto più accentuata di quella dell'aggregato totale.

Questo comportamento è riferibile a gran parte dei paesi del campione, che mostrano una sensibile correlazione tra stanziamenti per la difesa e stanziamenti totali nei momenti espansivi, ed un legame assai più blando nei tratti discendenti, a conferma che in sede di stesura di budget le autorità preposte paiono molto più propense ad una crescita delle spese per aumentare i finanziamenti per la ricerca in campi strategici (senza la penalizzazione di altri settori),

mentre preferiscono una certa ricomposizione in periodi di diminuzione degli stanziamenti a favore degli stessi.

Tale comportamento ricorda molto quello teorizzato da Peacock e Wiseman nel loro tentativo di dare una spiegazione della crescita della spesa pubblica [Peacock e Wiseman 1961]. Nel loro articolo, gli autori ipotizzarono che alle autorità piaccia aumentare i budget di spesa, ma sono frenati nelle loro mosse dal volere dei cittadini, poco propensi a vedere aumentata su di loro la pressione fiscale. Per questo motivo i governi sono molto reattivi nell'aumentare le spese in momenti in cui ciò è inevitabile (ad esempio i periodi di guerra) mentre sono molto meno solerti nel riportare le spese a livelli ante-shock.

Anche nel caso del budget riguardante gli stanziamenti per la R&S è possibile ipotizzare che vi siano maggiori resistenze nel diminuire il monte spese di quante non ve ne siano nell'aumentare lo stesso.

5.2. L'impatto indiretto dei fondi pubblici: la spesa per la difesa e la spesa per la medicina

Fino a questo punto l'analisi si è concentrata soprattutto sull'impatto diretto sulla ricerca da parte dei fondi pubblici.

Come accennato in precedenza, però, è necessario tenere conto anche di un'importante componente indiretta, che deriva dall'influsso sulla ricerca nel settore privato da parte delle necessità dell'ente pubblico. L'influsso da parte delle scelte politiche in un paese sulla ricerca condotta da enti privati può avere molteplici forme, dai contributi o agevolazioni dirette alle imprese innovatrici al semplice tentativo di diventare fornitore degli enti pubblici, proponendo prezzi più favorevoli o prodotti più innovativi.

L'influsso della politica sull'attività di R&S può essere molto rilevante, assai più di quanto non dicano le sole statistiche riguardanti la ricerca condotta con fondi pubblici.

Sono state messe a confronto due componenti delle spese per la ricerca e sviluppo: quella riguardante la ricerca nel campo della difesa e quella riguardante la ricerca nel campo medico. Il periodo preso in considerazione è rimasto il medesimo, cioè quello compreso tra il 1985 ed il 1995, ed ancora si è considerata la data del 1989

come lo «spartiacque». L'ipotesi è che con la caduta del muro di Berlino, l'attenzione da parte delle autorità si sia, almeno in parte, spostata dalla difesa alla medicina (campo nel quale si è registrata una crescente sensibilizzazione da parte dei media).

Tra le componenti della spesa totale, vi è la parte finanziata da fondi pubblici: come affermato in precedenza possono esserci delle resistenze nel diminuire il budget di spesa, per cui le spese mediche potrebbero aver beneficiato di una qualche ricomposizione. L'ipotesi è che anche all'interno della spesa da parte del settore privato vi sia stata una ricomposizione: in seguito al crescente interesse da parte delle autorità, anche il settore privato ha cominciato ad aumentare le spese per la ricerca in campo medico.

La scelta del confronto tra i due campi deriva innanzitutto dalle dimensioni del fenomeno, che nella fattispecie risulta piuttosto evidente. In secondo luogo, sia la difesa che la medicina richiedono elevati livelli di spesa per la R&S, per cui eventuali nuovi impulsi si tramutano in sensibili aumenti della spesa.

Nel paragrafo precedente si era visto come, in generale, il budget di spesa per la ricerca e sviluppo non diminuiva nei paesi in seguito alla contrazione della sovvenzione alla ricerca nella difesa; vi era infatti una ricomposizione che favoriva la componente «civile» del budget.

Entrando maggiormente nel dettaglio, si può notare che in molti paesi l'andamento delle sovvenzioni per la ricerca nel campo della pubblica sanità ha mostrato un andamento inverso rispetto a quella nel campo della difesa.

Il fenomeno è evidente, per esempio, nel caso degli Stati Uniti, dove la crescita della componente pubblica sanità comincia a crescere in modo accentuato a partire dal 1987. Il trend si presenta comunque positivo per l'intero periodo, ed a livello di valori assoluti si passa dagli 8 miliardi di dollari del 1985 agli oltre 12 miliardi del 1995.

Un'eccezione è rappresentata dal Giappone, che mostra andamenti piuttosto indipendenti da parte della sovvenzione alla ricerca nel campo della difesa e nel campo della pubblica sanità: entrambe le variabili appaiono in crescita per l'intero periodo. Questo comportamento è comunque facilmente spiegabile, soprattutto guardando agli esigui importi per entrambe le voci (entrambe con valori compresi tra i 4,5% ed i 6,5% di incidenza sul totale degli stanziamenti).

Il trend generale è confermato anche a livello di incidenza sul totale degli stanziamenti, con la quota destinata alla ricerca nel campo della medicina che tende a muoversi in modo inverso rispetto a quella destinata alla ricerca nella difesa.

Finora l'attenzione è stata concentrata sulle spese decise in budget, quindi non necessariamente effettuate. Per esaminare l'impatto che una linea politica può avere sull'economia nella sua globalità, è necessario concentrarsi sulle spese per la ricerca e sviluppo condotta nel settore privato. Questi dati non sono disponibili nella suddivisione tra industria della difesa ed industria civile, per cui di seguito ci si concentrerà esclusivamente sulle spese per la ricerca nel campo medico. I dati disponibili non permettono di identificare con esattezza il campo della salute pubblica e della medicina, in quanto l'aggregato comprende la ricerca farmaceutica nel suo complesso. Tuttavia concentrarsi su tale voce dovrebbe permettere di individuare con buona approssimazione il trend riguardante la ricerca medica.

Innanzitutto, concentrando l'attenzione sulla percentuale di spese per la R&S che nel settore privato vengono dedicate al campo farmaceutico, si può notare come un certo numero di paesi confermi l'andamento già evidenziato dalla ripartizione del budget di spesa. Ad esempio, Francia e Regno Unito mostrano un andamento molto simile a quello mostrato dagli stanziamenti in budget.

Le poche osservazioni disponibili per la Germania non permettono di individuare un trend, mentre nel caso degli Stati Uniti, malgrado l'alto numero di osservazioni mancanti, si può intravedere come i valori siano sempre stati crescenti.

In Italia le spese per la R&S condotte nel settore farmaceutico, espresse in percentuale del totale delle spese nel settore privato, hanno un andamento piuttosto incerto ed indipendente da quanto visto in precedenza. L'andamento, seppur maggiormente incline a mostrare una crescita, è confermato quando si guarda alle spese espresse in valore assoluto.

Vista la sensibile e generale crescita delle spese per la ricerca e sviluppo condotta nel settore privato, l'analisi del finanziamento della ricerca in campo farmaceutico espresso in termini assoluti accentua il trend crescente già evidenziato dai valori percentuali.

6. L'efficienza nello stanziamento di fondi da parte degli enti pubblici

Nel paragrafo precedente l'attenzione è stata rivolta all'influsso, diretto ed indiretto, che il settore pubblico ha sulle spese per la ricerca e sviluppo all'interno di un paese. Dall'analisi condotta appare piuttosto chiaramente che in molti paesi esiste un indubbio impatto delle linee politiche sull'attività di R&S.

Lo strumento più immediato di cui gli enti pubblici dispongono è senza dubbio il finanziamento diretto, che permette di investire fondi direttamente nel campo che si considera prioritario. Malgrado ciò può accadere che all'iniziale stanziamento deciso in sede di budget non corrisponda un'identica spesa per il finanziamento dell'attività di ricerca e sviluppo. In molti casi, infatti, è possibile notare una discrepanza tra gli stanziamenti decisi in sede di budget e le sovvenzioni effettivamente elargite.

Nella maggior parte dei casi, questa discrepanza assume la forma di un eccesso degli stanziamenti decisi in sede di budget rispetto alle spese realmente effettuate. Ciò significherebbe che gli enti pubblici sarebbero disposti a sovvenzionare più ricerca di quella che in realtà sovvenzionano.

Le spiegazioni per questo fenomeno possono essere molteplici. Innanzitutto si potrebbe pensare che i budget alle volte possano essere redatti in modo non efficiente, con delle sopra-stime rispetto a quelli che sono gli stanziamenti realmente effettuabili oppure che i campi privilegiati dagli enti pubblici non siano corrispondenti con le reali necessità del paese.

Una seconda spiegazione è che vi siano degli inceppamenti burocratici negli stanziamenti che provocano ritardi nei pagamenti o difficoltà oggettive di accesso ai fondi, e che di fatto disincentivano in parte l'attività di ricerca o addirittura rendono non raggiungibili i fondi stessi. Si può ipotizzare, infine, che in molti casi non esistano le strutture e le risorse umane necessarie per accedere ai fondi stanziati.

Di seguito verrà proposta un'analisi di ciò che è accaduto nel periodo intercorrente tra il 1981 ed il 1995 nei paesi presi nel campione, con un'attenzione particolare sul settore pubblico.

È interessante notare la dinamica che ha caratterizzato il rapporto tra stanziato ed utilizzato nel periodo preso in considerazione.

ne. Per molti anni, tra i principali paesi mondiali, solo gli Stati Uniti ed il Giappone non hanno mostrato un eccesso dello stanziato sull'utilizzato; nel caso degli Stati Uniti ciò era molto rilevante, in quanto il settore pubblico finanziava molta più R&D di quanto non avesse messo in preventivo nel budget. Negli anni '90 gli Stati Uniti hanno però invertito sensibilmente tale tendenza, allineandosi alla maggior parte dei paesi. Il Giappone (che mostra molte osservazioni mancanti nei primi anni del periodo preso in considerazione) mostra un eccesso di budget meno accentuato ma costante, per l'intero periodo esaminato. Nell'arco di tempo preso in analisi pare che l'eccesso del finanziato sull'utilizzato sia per il Giappone un fenomeno strutturale, a dimostrazione di una certa sottoestima da parte degli enti pubblici dei fondi domandati dall'economia ma anche di una notevole facilità nello stanziamento e nella liquidazione dei fondi.

Gli altri paesi hanno in generale mostrato una tendenza all'eccesso del finanziato sull'utilizzato che si è mantenuta stabile negli anni, quasi a mettere in evidenza un qualche «livello fisiologico» di sotto utilizzo dei fondi disponibili.

Questo risultato non dovrebbe sorprendere più di tanto, visto quanto si è detto finora. Innanzitutto, in precedenza si era accennato più volte alla tendenziale contrazione della quota di R&S finanziata direttamente dagli enti pubblici. Inoltre, si era visto come il totale degli stanziamenti per la ricerca in sede di budget era rimasto per lo più stabile o era addirittura cresciuto per la maggior parte dei paesi. Ciò, ovviamente, ha comportato una crescita dello stanziato sull'utilizzato, creando uno sbilancio.

Il Giappone, che rappresenta un'interessante eccezione, presenta livelli molto limitati di finanziamento della ricerca da parte di fondi pubblici, sensibilmente al di sotto della media. Questo in parte spiega il fenomeno, in quanto si può ipotizzare che i fondi stanziati siano molto mirati e che quindi siano più facilmente accessibili o gestibili.

7. La specializzazione nell'attività innovativa

Nel presente lavoro gran parte dell'attenzione è stata rivolta verso le fonti dei finanziamenti, analizzando, tra le altre cose, quello

che può essere l'impatto delle decisioni del settore pubblico sul resto dell'economia in tema di spese per la ricerca e sviluppo.

Di seguito l'attenzione verrà spostata verso l'altro capo dell'attività di finanziamento, ovvero su chi riceve il finanziamento.

Se è vero che il peso dei fondi pubblici è di assoluta rilevanza, non si può nascondere che l'attività economica in un paese è altrettanto importante, se non addirittura superiore.

L'attività di R&S non può non dipendere dall'attività delle imprese sul territorio, e di conseguenza essere legata alle necessità delle stesse. Può capitare, perciò, che un paese, così come si trova a sviluppare la produzione di determinati beni e servizi, nei quali assume un vantaggio competitivo a livello internazionale, si trova a sviluppare un vantaggio competitivo nella produzione di informazione tecnologica in determinati settori.

Così come beni e servizi possono essere esportati, così anche processi e prodotti innovativi possono essere venduti oltre frontiera.

Quando un grande economista come Ricardo ha presentato per primo la sua teoria circa la specializzazione nel commercio internazionale, sicuramente la sua attenzione era rivolta verso la produzione e vendita di beni di consumo.

È senza dubbio interessante che lo stesso fenomeno sia presente nel settore dell'attività di innovazione, settore nel quale gran parte della teoria economica sembrava ipotizzare la presenza di paesi che con il passare degli anni consolidavano la loro posizione di innovatori e di paesi che con il passare degli anni aumentavano la loro dipendenza dall'innovazione proveniente dall'esterno.

Dai dati empirici si scopre che i paesi che già in partenza dipendevano dalle innovazioni provenienti dall'estero tendono a mantenere la loro posizione, con un rapporto tra spese nella ricerca e sviluppo complessive e bilancia dei pagamenti tecnologica pressoché invariato; i paesi, invece, che si trovavano in una situazione di esportatore netto (nella nostra attuale analisi si parlerà soprattutto degli Stati Uniti) mostrano un progressivo indebolimento della propria posizione, fino a diventare importatori netti.

Prendendo in esame le spese di R&S totali e rapportandoli alla bilancia dei pagamenti si percepisce un andamento molto interessante. Tra i principali paesi esaminati, solo l'Italia ha presentato un trend decrescente, mentre gli altri paesi hanno presentato una ten-

denza verso la crescita del rapporto. Ciò significa che ad una crescita delle spese per la R&S totali si è accompagnato un generale peggioramento della bilancia dei pagamenti. Non deve trarre in inganno la differenza di valore dell'indice tra diversi paesi, in quanto i valori non sono direttamente confrontabili. L'indice analizzato è composto, infatti, da un rapporto (al denominatore) tra esportazioni ed importazioni totali che permetterebbe un paragone tra i paesi, mentre al numeratore vi sono le spese per la ricerca e sviluppo totali.

Questo significa che a livello internazionale si è assistito ad una crescente dipendenza dall'importazione di innovazione dall'estero, a conferma di una tendenziale specializzazione nell'attività innovativa che spinge gli agenti economici ad acquistare sempre più spesso innovazioni dall'estero.

Quanto detto finora riguarda essenzialmente la R&S nella sua interezza. Se si vuole esaminare il fenomeno più attentamente, è possibile concentrare l'attenzione sul settore privato, che è quello che maggiormente dovrebbe essere in grado di ricorrere al mercato estero quando questo si rivela più vantaggioso di quello casalingo.

Anche in questo caso i dati evidenziano una crescente dipendenza dall'innovazione derivante dall'estero, a conferma che gran parte del settore privato ha trovato via via più conveniente l'acquisto di innovazione dall'estero.

7.1. Spese in ricerca e sviluppo e andamenti settoriali

Nell'area Ocse la produzione manifatturiera, dopo essere cresciuta ad una media del 3% nel decennio 1980-1990, è stata quasi nulla tra il 1990 ed il 1992. In generale, la ripresa delle economie dell'area comincia a manifestarsi solo a partire dalla fine del 1993 e resta molto forte anche nel 1994, anticipando la ripresa nella crescita del Pil del 1995, anno in cui l'andamento della produzione industriale resta stabile, per poi ricominciare a crescere a ritmi molto sostenuti nella seconda metà del 1996, fatta eccezione per l'Unione Europea.

All'interno dell'Unione Europea, l'Italia presenta un ciclo molto più accentuato della media europea con picchi in fase espansiva addirittura superiori a quelli degli Stati Uniti (1994) e un ciclo recessivo molto più accentuato degli altri paesi europei (1996), a causa della struttura industriale italiana concentrata principalmente sui

settori tradizionali ad intensità tecnologica medio-bassa che tendono a soffrire maggiormente delle fasi recessive.

Nella maggior parte dei paesi i settori a bassa intensità tecnologica hanno sofferto più a lungo degli effetti della recessione e non mostrano segni di ripresa ancora oggi. È per esempio il caso del settore dei beni alimentari⁶, del legname, del tessile e abbigliamento e dell'industria cartacea. Tuttavia in Italia i settori tradizionali pur soffrendo dei cicli recessivi, non ne vengono colpiti con la stessa forza rispetto agli altri paesi. Anche nei picchi recessivi, infatti, la crescita di questi settori non è mai stata negativa, come è invece avvenuto negli Stati Uniti.

La produzione nelle industrie ad intensità tecnologica media ed alta ha ripreso a crescere dopo la recessione dei primi anni '90 dal 1994. In particolare, sono cresciuti più degli altri i settori di macchinari e attrezzature elettroniche e il settore dei trasporti. Fa eccezione l'Unione Europea dove la produzione è rimasta stabile o stagnante fino alla prima metà del 1997.

La struttura industriale delle economie dei paesi Ocse si sta progressivamente spostando verso i servizi. In Europa e nel Nord America la quota crescente dei servizi rispetto al Pil riflette il decremento della quota della produzione manifatturiera. Nel Sud Est asiatico il crescente peso dei servizi riflette invece il declino del settore agricolo, delle attività minerarie e delle attività governative non destinate al mercato. È opportuno tenere presente che gli indici di composizione della produzione dei vari settori di attività economica presentano seri problemi di misurazione. Usando un indice di composizione a prezzi costanti, si misurano infatti solo i cambiamenti nei volumi o nelle quantità che non sempre tengono in considerazione i cambiamenti di qualità associati all'innovazione contenuta nei prodotti e servizi ad alta tecnologia.

Per esempio l'uso di strumenti ATM per i servizi bancari on-line 24 ore su 24 incorpora un significativo miglioramento di qualità del servizio bancario commerciale, che non viene tuttavia catturato dalle misure tradizionali di produzione del settore finanziario. D'altra parte, l'uso di quote calcolate su indici a prezzi correnti, nonostante rappresentino più intuitivamente lo spostamento del peso tra le varie at-

⁶ Secondo la classificazione Isic, rispettivamente: 31, 33 e 34.

tività dell'economia, incorporano anche l'inflazione relativa dei prodotti di un'industria rispetto ad un'altra, sovrastimando quindi l'importanza dei settori il cui indice dei prezzi cresce più velocemente.

All'interno del settore manifatturiero le tre macro-aree analizzate presentano una quota crescente di prodotti ad alta tecnologia, mentre i prodotti che incorporano una tecnologia media o bassa stanno gradualmente perdendo quote di mercato. All'interno dei servizi, i servizi finanziari assicurativi, immobiliari e i servizi alle imprese hanno guadagnato quote vicine al 10% negli ultimi quindici anni, mentre i servizi della vendita all'ingrosso e al dettaglio hanno perso quote per circa il 5%. Analizzando i contributi dei diversi settori alla crescita economica negli ultimi quindici anni si nota come una percentuale che varia da area ad area tra il 60 e l'80% si debba alla crescita dei servizi.

L'occupazione nel settore manifatturiero che è scesa regolarmente a cominciare dagli anni '90, è rimasta stabile nel 1994 e 1995, per tornare a calare dall'estate del 1995 e riprendersi a metà del 1996. In Europa il decremento occupazionale nel settore manifatturiero, dopo la significativa caduta di inizio anni '90, è proseguito con forza dalla fine del 1994. Al contrario nel Nord America, dove il ciclo economico è ripartito già dalla metà del 1991, l'occupazione manifatturiera è migliorata tra il 1993 e il 1995, per poi stabilizzarsi nel corso del 1996 e raggiungere la piena occupazione nel corso del 1998.

Nonostante la ripresa economica e gli sforzi fatti da molti paesi, in particolare l'Europa, per stimolare la creazione di lavoro, il settore manifatturiero e quello delle costruzioni rimangono i più colpiti dalla disoccupazione. Tuttavia la situazione varia significativamente da settore a settore ed è molto spesso legata all'intensità tecnologica del settore industriale. Infatti, mentre il settore tessile ha perso un significativo numero di posti di lavoro negli ultimi quattro anni, il settore di macchinari e attrezzature ha mantenuto costante e in qualche caso accresciuto il livello occupazionale.

Nell'intera area Ocse, la crescita nell'occupazione tra il 1980 ed il 1995 può essere ricondotta ad una consistente creazione di lavoro nei servizi, mentre l'occupazione nell'industria è diminuita sia tra il 1980 ed il 1985 sia tra il 1990 ed il 1995. Questo declino di circa 8 punti percentuali in quindici anni è da ricondursi principalmente alle imprese a media e bassa tecnologia che hanno perso tra il 10 e il

15% della loro forza lavoro. La creazione di lavoro nell'industria manifatturiera ha manifestato forme di resilienza solo nell'industria ad alta tecnologia dove l'occupazione è cresciuta del 2%. L'occupazione nei servizi, al contrario, è cresciuta di circa il 40% nell'intero periodo 1980-1995 in tutta l'area Ocse, differenziandosi ampiamente tra i diversi segmenti: nel settore finanziario, assicurativo, immobiliare è infatti cresciuta del 60%, mentre è cresciuta solo del 20% nel commercio all'ingrosso e al dettaglio, e meno del 10% nei trasporti e nelle comunicazioni.

In molti paesi Ocse nel quindicennio di riferimento la crescita della produttività del lavoro è stata più rapida della crescita della produttività totale, in quanto riflette la più lenta crescita della produttività nel settore dei servizi e contemporaneamente il progressivo aumento della quota dei servizi nell'intera economia. Come già ricordato, il confronto dei dati di crescita della produttività basati su misure tradizionali, produttività totale dei fattori e indici concatenati, può essere piuttosto fuorviante, perché non riflette i cambiamenti qualitativi, tipici del settore dei servizi. Rimane non di meno uno strumento utile per analizzare l'andamento dell'industria manifatturiera e per distinguere i ritorni in produttività a seconda dell'intensità tecnologica dei settori industriali. Il tasso di cambiamento nella produttività del lavoro nell'industria manifatturiera è una componente altamente ciclica, in quanto durante le fasi recessive il lavoro in eccesso viene solo parzialmente dismesso (*labour hoarding*) e durante le fasi di ripresa il processo di ampliamento dell'organico richiede tempo. Come risultato i movimenti nella produzione precedono e sono più pronunciati dei movimenti nell'occupazione, che è ancora più soggetta a questo tipo di ragionamento se viene misurata in numero di impiegati piuttosto che in ore lavorate.

I livelli di produttività tra le industrie variano significativamente. In tutte e tre le macro-aree, per esempio, il valore aggiunto per addetto nell'industria chimica è circa il 50% più alto della media del settore manifatturiero mentre quello del settore tessile e del legname sono molto al di sotto della media, che riflette la differenza nell'intensità di capitale e nei processi produttivi.

Il confronto dei livelli di produttività tra paesi pone seri problemi di misurazione, sia per le possibili differenze nella qualità dei prodotti all'interno della stessa classe (per esempio, due automobili che

appartengono allo stesso segmento ma sono sensibilmente diverse dal punto di vista della qualità), sia per l'adeguatezza di una misura generale di prezzo (parità del potere di acquisto) che corrisponda ai rapporti di prezzo, ovvero alla quota di risorse destinate a ciascuna produzione in ciascun paese. Tuttavia il confronto di produttività tra i paesi può dare alcune indicazioni generali: tra il 1985 e il 1995 l'Italia e il Regno Unito hanno ridotto la loro differenza in termini di produttività rispetto agli Stati Uniti, mentre il Giappone si è progressivamente allontanato nell'ultimo quinquennio, così come la Germania e il Canada, che erano stati fino al 1985 più vicini ai livelli statunitensi. Tuttavia la comparazione dei livelli di produttività per le industrie individuali mostra un quadro molto variegato, in cui, per esempio il Giappone, è più efficiente degli Stati Uniti in molte industrie, tra cui l'elettronica di consumo, le componenti per automobili, la lavorazione per metallo e acciaio (si veda la tabella 2).

In media gli investimenti in capitale del settore manifatturiero pesano tra il 20 e il 30% degli investimenti totali. Negli ultimi dieci anni il ciclo degli investimenti nelle tre macro-aree considerate non è stato sincronizzato: nel Nord America i tassi di crescita negli investimenti reali hanno cominciato a ripartire nel 1992 mentre in Europa e nel Sud Est asiatico una ripresa degli investimenti non è stata visibile fino alla seconda metà del 1994.

Fino ai primi anni '90 il Sud Est asiatico ha accresciuto costantemente la sua quota di investimento manifatturiero (1980: 23%; 1992: 37%) che è poi crollata in concomitanza della recessione giapponese. Fatta eccezione per il Giappone, l'intensità degli investimenti, come indicatore dello spirito imprenditoriale e della propensione all'innovazione, è rimasta pressoché costante negli ultimi quindici anni e ha mantenuto lo stesso differenziale tra i vari paesi. La composizione degli investimenti varia molto da paese a paese: mentre nel 1990 gli investimenti in tecnologia dell'informazione e della comunicazione contavano per circa il 10% degli investimenti manifatturieri negli Stati Uniti e in Giappone, erano solo la metà in Canada, Francia e Regno Unito. Lo stesso trend si identifica per gli investimenti in servizi di informazione e comunicazione.

Va notato come i paesi europei abbiano significativamente accresciuto la loro quota di investimenti in beni ad alta intensità tecnologica negli ultimi quindici anni, mentre questi siano rimasti sta-

Tabella 2. *Produttività del lavoro per settore industriale.*

| | Stati Uniti | | Giappone | | Francia | | Germania | | Italia | | Regno Unito | |
|---|-------------|------|----------|------|---------|------|----------|------|--------|------|-------------|------|
| | 1980 | 1995 | 1980 | 1995 | 1980 | 1995 | 1980 | 1995 | 1980 | 1994 | 1980 | 1995 |
| <i>Settore manifatturiero totale</i> | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Alimentari, bevande, tabacco | 118 | 108 | 115 | 92 | 118 | 104 | 114 | 94 | 131 | 151 | 122 | 144 |
| Legno e prodotti del legno | 55 | 48 | 41 | 31 | 64 | 62 | 59 | 58 | 71 | 67 | 65 | 59 |
| Tessile, abbigliamento e pelli | 78 | 59 | 55 | 59 | 74 | 72 | 73 | 62 | 71 | 72 | 91 | 60 |
| Carta e stampa | 100 | 97 | 94 | 102 | 99 | 102 | 93 | 81 | 111 | 119 | 117 | 125 |
| Settore chimico | 145 | 152 | 152 | 148 | 163 | 153 | 159 | 155 | 125 | 136 | 161 | 160 |
| Farmaceutica | 166 | 279 | 251 | 296 | 103 | 97 | 155 | 168 | 112 | — | 182 | 245 |
| Prodotti minerali non metalliferi | 93 | 77 | 78 | 94 | 129 | 125 | 109 | 104 | 121 | 100 | 113 | 89 |
| Metallurgia di base | 134 | 98 | 302 | 185 | 93 | 94 | 91 | 113 | 134 | 147 | 81 | 92 |
| Metalli manufatti e macchinari | 98 | 106 | 92 | 99 | 93 | 93 | 96 | 95 | 104 | 101 | 89 | 83 |
| - metalli manufatti | 98 | 92 | 56 | 72 | 94 | 95 | 91 | 88 | 95 | 88 | 86 | 68 |
| - macchinari non elettrici esclusi computer | 106 | 93 | 92 | 93 | 94 | 68 | 92 | 80 | 116 | — | 95 | 87 |
| - computer e macchine per ufficio | 107 | 118 | 111 | 122 | 178 | 147 | 152 | 226 | 182 | — | 164 | 102 |
| - apparecchiature elettriche tranne apparecchi di comunicazione | 120 | 110 | 90 | 102 | 87 | 93 | 82 | 76 | 97 | — | 85 | 68 |
| Apparecchiature di comunicazione e semiconduttori | 73 | 153 | 82 | 107 | 96 | 112 | 108 | 132 | 118 | — | 91 | 89 |
| Veicoli a motore | 111 | 125 | 141 | 114 | 77 | 93 | 113 | 121 | 93 | — | 83 | 96 |
| Aerospaziale | 90 | 89 | — | 116 | 111 | 107 | 98 | 119 | 138 | — | 102 | 93 |
| Strumenti scientifici | 89 | 95 | 88 | 108 | 91 | 100 | 87 | 76 | 124 | 108 | 85 | 83 |
| Altre imprese manifatturiere | 76 | 82 | 177 | 268 | 76 | 74 | 71 | 83 | 84 | 74 | 82 | 88 |
| Industria ad: | | | | | | | | | | | | |
| - alta intensità tecnologica | 92 | 143 | — | 125 | 110 | 112 | 119 | 146 | 126 | — | 110 | 114 |
| - medio-alta intensità tecnologica | 115 | 119 | — | 114 | 94 | 94 | 101 | 99 | 113 | — | 99 | 101 |
| - medio-bassa intensità tecnologica | 106 | 89 | 125 | 114 | 119 | 117 | 107 | 109 | 107 | — | 100 | 85 |
| - bassa intensità tecnologica | 86 | 80 | 73 | 70 | 89 | 89 | 87 | 79 | 86 | 89 | 99 | 104 |

bili o addirittura in flessione negli Stati Uniti. Unica eccezione rappresenta il Regno Unito, molto più vicino all'evoluzione economica statunitense, anche nella sincronizzazione dei cicli, rispetto all'Europa continentale.

Negli ultimi quindici anni la quota delle industrie ad alta intensità tecnologica rispetto al totale dell'industria manifatturiera è cresciuta costantemente: oggi, infatti, rappresentano circa il 10% del valore aggiunto dell'industria manifatturiera. In generale l'occupazione è cresciuta meno che proporzionalmente rispetto al valore aggiunto, così che la produttività del lavoro è cresciuta più rapidamente in questo settore rispetto alla media del comparto manifatturiero. Tuttavia la distribuzione geografica nella crescita delle industrie ad alta tecnologia è stata disomogenea: è infatti cresciuta meno in Europa rispetto al Giappone e agli Stati Uniti, riflettendo così i percorsi di specializzazione dei tre blocchi nel commercio internazionale. Tuttavia, se si guarda agli ultimi cinque anni si nota come in termini relativi gli Stati Uniti abbiano significativamente diminuito la propria quota di valore aggiunto nei prodotti ad alta tecnologia, lasciando così spazio all'Europa per avvicinarsi e rovesciando i tradizionali flussi di importazione ed esportazione di prodotti ad alta tecnologia.

Analizzando le spese in ricerca dell'ultimo decennio nei maggiori paesi industrializzati per disaggregazione settoriale, si nota immediatamente come gli Stati Uniti stiano disinvestendo nelle attività ad alta intensità tecnologica. Questa considerazione mette in luce un'inversione di tendenza storica. Nel trentennio precedente gli Stati Uniti, infatti, erano sempre stati esportatori netti di prodotti ad alta tecnologia, mentre paesi come l'Italia e il Giappone continuavano ad importare «tecnologia» e ad esportare prodotti a contenuto tecnologico medio-basso. Un rovesciamento così significativo degli investimenti in ricerca (gli Stati Uniti hanno disinvestito più del 10% in soli sei anni), mette le basi per un avvicinamento dei paesi «importatori» di tecnologia ai paesi «produttori» e soprattutto identifica nuovi chiari *pattern* di specializzazione. Infatti, se da un lato colpisce il massiccio disinvestimento in ricerca nei prodotti ad alta tecnologia, è pur vero che le statistiche ufficiali non catturano gli investimenti in tecnologia dei servizi o in attività innovative nel cambiamento organizzativo, settori tutti in cui gli Stati Uniti hanno cominciato un evidente sentiero di specializzazione.

Alessandra Lanza e Martin Marchesi

In Italia, il settore in cui gli investimenti in ricerca sono cresciuti maggiormente negli ultimi anni si concentra nelle apparecchiature di comunicazione, la cui quota è cresciuta di quasi 10 punti percentuali, mentre sono rimasti sostanzialmente stabili gli investimenti in ricerca di tutti i settori tradizionali.

Il ruolo delle piccole e medie imprese nel sistema innovativo italiano*

Daniele Archibugi, Rinaldo Evangelista e Leopoldo Nascia

1. Introduzione e metodologia del lavoro

1.1. Premessa

Il ruolo delle piccole e medie imprese (PMI) nel processo innovativo è stato ampiamente studiato nell'ultimo decennio, sia nella letteratura internazionale che in quella riferita al nostro paese. In tale filone di studi le PMI italiane sono state spesso considerate come il prototipo di un nuovo modello di organizzazione industriale capace di combinare efficienza produttiva, flessibilità organizzativa e capacità innovativa [Piore e Sabel 1987], contrapposto al tradizionale modello di industrializzazione fondato sulle economie di scala e la concorrenza oligopolistica [Schumpeter 1977; Galbraith 1965; Sylos Labini 1975]. Le PMI sono state altresì spesso individuate come la vera spina dorsale della struttura industriale italiana e la maggiore fonte della competitività mostrata dall'industria italiana sui mercati internazionali nell'ultimo quarto di secolo [Brusco 1982; Fuà e Zacchia 1983; Becattini 1987].

Quanto mito e quanta realtà c'è dietro il successo del modello italiano fondato sul trinomio di piccola impresa, distretto industriale e specializzazione flessibile? Tale questione è stata affrontata da una nutrita letteratura, anche negli anni più recenti [per una rassegna, si veda Balcet 1997]. L'enfasi è stata posta principalmente sulla capacità delle PMI di generare nuova occupazione [Contini e Re-

* Si ringrazia vivamente l'Istat e in particolare il dott. Aldo Del Santo e il dott. Giulio Perani per aver reso disponibili i dati utilizzati in questo lavoro.

velli 1992; Davis *et al.* 1996; Vivarelli 1997; Trau 1997], e di sostenere la competitività dell'industria italiana nei mercati internazionali [Viesti 1997].

Questo saggio, utilizzando i dati forniti dalla recente indagine Istat-CNR sull'innovazione tecnologica nell'industria manifatturiera italiana, intende analizzare un aspetto specifico, per quanto cruciale, del ruolo svolto dalle PMI nell'economia italiana, quello relativo alla loro capacità di generare e introdurre innovazioni tecnologiche.

Il saggio è così strutturato: nel prossimo paragrafo si sottolineano le potenzialità dei dati provenienti dall'indagine Istat-CNR per analizzare caratteristiche e prestazioni innovative delle PMI in Italia. Gli obiettivi specifici dell'analisi empirica di questo lavoro sono descritti nel paragrafo 1.3. mentre nel paragrafo 1.4. sono contenute alcune note metodologiche relative alla natura delle variabili e degli indicatori tecnologici utilizzati. La seconda parte del lavoro è dedicata alla presentazione ed interpretazione dei risultati empirici ricavati dai dati dell'indagine Istat-CNR, mentre la sezione conclusiva ne sintetizza i principali risultati.

1.2. La misurazione dell'innovazione nelle PMI: le potenzialità dell'indagine dell'Istat-CNR

Il rapporto tra innovazione e dimensione d'impresa ha generato nella letteratura internazionale una mole considerevole di contributi, per lo più di natura empirica [si vedano le rassegne contenute in Antonelli 1982; Kamien e Schwartz 1982; Baldwin e Scott 1987; Cohen e Levin 1989; Acs e Audretsch 1990; Cohen 1995]. Le così dette «ipotesi tardo-schumpeteriane» circa la superiorità e centralità della grande dimensione produttiva nel cambiamento tecnologico [Schumpeter 1977], sono state verificate confrontando le prestazioni innovative delle piccole e medie imprese sulla base degli indicatori tecnologici disponibili, quali le attività di R&S, i brevetti e il numero di innovazioni introdotte.

Molti dei lavori prodotti in Italia, e specificatamente quelli dedicati alle PMI, si sono invece caratterizzati per il taglio qualitativo o descrittivo dell'analisi. Tali lavori, seppur utili e spesso assai suggestivi, non hanno tuttavia finora fornito un quadro di insieme e stati-

sticamente solido sull'effettivo potenziale innovativo delle PMI, e sul loro contributo al sistema innovativo italiano. Anche il prezioso contributo di Franco Malerba [1993], nel quale vengono delineati e contrapposti due sistemi innovativi in Italia (uno caratterizzato dalla grande impresa e uno composto da piccole unità produttive) non fornisce dati in grado di definire la consistenza relativa delle PMI innovative in Italia. La maggior parte dei lavori in questo campo di indagine si sono infatti focalizzati su realtà geografiche e industriali specifiche: settori particolarmente dinamici, regioni ad alto sviluppo, distretti industriali contraddistinti da forti sinergie organizzative, produttive e tecnologiche. Ma in che misura questi studi di caso sono rappresentativi dell'intero tessuto delle PMI in Italia? Gli insegnamenti conseguiti possono essere generalizzati? La risposta a queste domande richiede un approccio metodologico diverso, o comunque complementare, a quello basato sugli studi di caso e sulle analisi di tipo qualitativo. Un'analisi delle caratteristiche fondamentali e del potenziale innovativo delle PMI in Italia, così come in qualsiasi altro sistema economico, richiede infatti l'utilizzo di dati che siano in grado allo stesso tempo di:

- cogliere la natura multiforme di un fenomeno complesso come l'attività innovativa;
- rappresentare il variegato universo delle piccole e medie imprese composto di realtà fortemente innovative accanto ad altre che probabilmente non fanno dell'innovazione la loro arma strategica fondamentale.¹

Fino a pochi anni addietro, dati sulle attività innovative con entrambi questi requisiti non erano disponibili, né in Italia né a livello internazionale. Come abbiamo accennato, gli indicatori tecnologici disponibili erano quelli basati sulle attività di R&S, le attività brevettuali, i flussi finanziari collegati alla bilancia tecnologica dei pa-

¹ In particolare per il caso italiano (ma lo stesso si può in gran parte dire anche per gli altri paesi industrializzati) mancano analisi di tipo sistematico sul peso specifico delle PMI nel sistema innovativo italiano, con le eccezioni di alcuni tentativi tra i quali: Malerba e Orsenigo [1991], che hanno utilizzato i dati Istat sulle spese di R&S in Italia; Malerba [1993] e Archibugi, Evangelista e Simonetti [1995], che hanno utilizzato i dati della prima indagine Istat-CNR sull'innovazione tecnologica; Breschi e Mancusi [1997] che hanno utilizzato i dati sui brevetti europei.

gamenti, il commercio internazionale dei prodotti ad alta tecnologia. È tuttavia ormai ampiamente riconosciuto che tali indicatori, seppur preziosi, mal si prestano a catturare la natura incrementale, spesso informale e adattiva, dei processi innovativi delle PMI.

Le indagini sull'innovazione tecnologica condotte negli ultimi anni in tutti i paesi industrializzati, seguendo le indicazioni fornite dal «Manuale di Oslo» dell'Ocse [OECD 1992a; OECD-EUROSTAT 1997]², hanno risposto alla duplice esigenza richiamata sopra: esse hanno fornito per la prima volta una gamma composta di dati quantitativi e qualitativi sui processi innovativi a livello di impresa, utilizzando campioni di imprese rappresentativi dell'intera struttura industriale.³

In tale contesto, la qualità e il grado di copertura assicurati dalla recente indagine Istat sull'innovazione tecnologica nell'industria manifatturiera italiana, svolta in collaborazione con l'Istituto sulla ricerca e documentazione scientifica del Consiglio nazionale delle ricerche (ISRDS-CNR), non temono confronti internazionali [Istat, 1995; Archibugi, Cohendet, Kristensen e Schäffer 1995].⁴ Si tratta di un'indagine che ha coinvolto, con riferimento al periodo 1990-1992, tutte le imprese manifatturiere italiane con più di 20

² Occorre sottolineare che questo nuovo approccio alla misurazione delle attività innovative è stato pionieristicamente sperimentato in Italia con la prima Indagine Istat-CNR sull'innovazione tecnologica condotta nel 1986.

³ Ciò nonostante, le ricche basi di dati messe a disposizione dalle indagini sull'innovazione nella maggior parte dei paesi europei (e non solo) sono state solo in minima parte utilizzate per far luce su caratteristiche quantitative e qualitative dei processi innovativi delle PMI. Il caso italiano rappresenta al riguardo una eccezione. Tra i lavori che hanno utilizzato la prima indagine Istat-CNR per analizzare le *performances* innovative delle PMI, si veda: Archibugi, Evangelista e Pianta [1993]; Archibugi, Evangelista e Simonetti [1995]; Archibugi, Cesaratto e Sirilli [1988].

⁴ L'indagine Istat-CNR è stata svolta nell'ambito della *Community Innovation Survey* (CIS), coordinata dall'EUROSTAT. Si è trattato del primo caso in cui un'indagine sull'innovazione sia stata svolta in più paesi nello stesso periodo e sulla base di un questionario comune. Purtroppo, i dati raccolti nei diversi paesi possono essere soltanto in parte confrontati tra loro, a causa di modifiche nel testo del questionario adottato in alcuni di essi e dell'insufficiente armonizzazione delle metodologie statistiche utilizzate [per la valutazione delle indagini compiute in tutti i paesi europei, si veda Archibugi, Cohendet, Kristensen e Schäffer 1995].

addetti.⁵ Le imprese interpellate, tramite un questionario postale, sono state più di 33.000. Il tasso di risposta è stato del 65%. Hanno rispedito il questionario compilato 22.787 imprese e, tra di esse, 7.553 hanno dichiarato di aver introdotto almeno una innovazione tecnologica (di prodotto o di processo) nel triennio 1990-1992 e fornito un'ampia gamma di informazioni riguardanti le attività innovative svolte nello stesso periodo. In particolare, l'indagine fornisce dati su:

- la tipologia e la significatività delle innovazioni introdotte;
- il costo sostenuto per svolgere attività innovative;
- le motivazioni che hanno spinto l'impresa ad introdurre innovazioni tecnologiche;
- l'impatto economico dell'innovazione.

Una prima disamina dei risultati della più recente indagine sull'innovazione tecnologica nell'industria manifatturiera italiana è contenuta in diversi lavori tra i quali un apposito notiziario dell'Istat [1995] e alcuni contributi pubblicati in diverse riviste e rapporti tecnici [Archibugi, Evangelista, Perani e Rapiti 1996; Evangelista *et al.* 1996, Cesaratto e Stirati 1996; Sterlacchini 1996; Pianta 1996; Mattioli e Sterlacchini 1997; Vivarelli *et al.* 1997; Pianta e Sirilli 1997].⁶ Diversamente dai contributi citati, questo lavoro concentra l'attenzione sulle caratteristiche dei processi innovativi delle PMI. L'indagine a questo riguardo permette di delineare un quadro quanto mai esaustivo della realtà variegata dei processi innovativi delle piccole e medie imprese in Italia. Delle 22.787 imprese manifatturiere censite dall'indagine 19.251 sono infatti quelle con meno di 100 addetti e delle 7.553 imprese innovatrici censite dall'indagine, oltre 5.600 hanno meno di 100 addetti.

⁵ In particolare più del 50% dei questionari raccolti dalla CIS si riferiscono ad imprese italiane.

⁶ Una prima generazione di studi ha analizzato i risultati della prima indagine Istat-CNR svolta in due fasi rispettivamente nel 1986 e nel 1988 [Archibugi *et al.* 1987; 1988; Cesaratto *et al.* 1992; 1993]. Si noti che la collaborazione tra l'Istat e l'ISRDS-CNR ha condotto anche a realizzare una indagine parallela sull'innovazione nei servizi [Evangelista e Sirilli 1998b; Del Santo e Perani 1998]. Questo saggio, tuttavia, si concentra sulla sola industria manifatturiera.

1.3. *Obiettivi di questa ricerca*

I dati forniti dall'indagine Istat-CNR vengono utilizzati in questo lavoro per far luce su diversi aspetti che sono da molti anni al centro di un dibattito particolarmente ricco sia per le sue implicazioni di carattere teorico che per le scelte di politica economica. Gli aspetti su cui si concentrerà l'analisi empirica possono essere così sintetizzati:

a) Quantificazione del contributo delle PMI al sistema innovativo italiano.

Il primo obiettivo consiste nel quantificare il peso delle piccole imprese nella struttura industriale italiana (in termini di fatturato e addetti) e il loro contributo specifico al potenziale tecnologico nazionale.

Le analisi dei vari sistemi nazionali di innovazione riportati in Nelson [1993] hanno mostrato che ogni paese presenta una diversa concentrazione e organizzazione sia delle attività produttive che di quelle tecnologiche [Patel e Pavitt 1997]. L'analisi condotta su quattro paesi europei (Germania, Francia, Gran Bretagna e Italia) da Malerba e Orsenigo [1995] ha mostrato che la concentrazione delle attività innovative, misurate sulla base dei brevetti, è nel nostro paese meno pronunciata che negli altri paesi presi in esame, e ciò è risultato vero nella maggior parte delle classi tecnologiche. In altre parole, le PMI svolgono un ruolo più importante in Italia che in altri sistemi nazionali. Tuttavia, per analizzare in maniera più dettagliata il contributo delle PMI nel sistema innovativo italiano si deve utilizzare una gamma più ampia di indicatori tecnologici.

In questo lavoro, il contributo innovativo delle PMI verrà quantificato sia in termini di risorse finanziarie destinate alle attività innovative, sia analizzando indicatori di output quali la quota del fatturato legato all'introduzione di nuovi prodotti e processi produttivi. L'utilizzo dei dati sui costi innovativi e la loro disaggregazione interna consente, inoltre, di valutare il contributo specifico delle PMI per quanto riguarda le attività di R&S, le attività innovative meno formalizzate quali quelle legate alla progettazione e all'ingegnerizzazione di nuovi prodotti e processi e le attività consistenti

nella adozione di nuove tecnologie di processo (investimenti in nuovi macchinari e impianti). Il contributo specifico delle PMI verrà quindi quantificato sia in termini di produzione endogena di innovazioni, sia di adozione e diffusione di tecnologie di processo. L'analisi dei dati disaggregati a livello dei principali comparti settoriali (riprendendo la tassonomia elaborata da Pavitt 1984) consentirà di verificare anche quale sia il peso specifico delle piccole e medie imprese nei settori tradizionali come in quelli caratterizzati da elevate opportunità tecnologiche (in particolare i settori *science based* e *specialised suppliers*).

b) La relazione tra innovazione e dimensione d'impresa.

Come già accennato, la relazione tra innovazione e dimensione d'impresa è stata esaminata da una nutrita letteratura negli ultimi decenni [si vedano le rassegne contenute in Antonelli 1982; Kamien e Schwartz 1982; Baldwin e Scott 1987; Cohen e Levin 1989; Acs e Audretsch 1990; Cohen 1995]. Tale letteratura ha posto in risalto come l'innovazione tecnologica sia uno dei fattori più importanti delle strategie e delle prestazioni economiche delle imprese, in mercati caratterizzati da una concorrenza sempre più accesa. Tali analisi sono state intellettualmente dominate da due fondamentali lavori prodotti da Joseph Schumpeter. Il suo contributo giovanile [1912] mise in risalto la possibilità della piccola impresa di introdurre innovazioni e, grazie ad esse, di conquistarsi spazi in mercati nascenti e caratterizzati da una forte espansione. Nella maturità, Schumpeter [1943] ritenne invece che i progressi tecnologici più significativi avessero luogo nell'ambito di grandi imprese che, grazie alla propria capacità di pianificazione strategica, alla struttura organizzativa e ai mezzi finanziari disponibili, potevano tenere sotto controllo e regolare la creazione di nuovi prodotti e, in alcuni casi, l'emergere di interi nuovi mercati. La superiorità della grande dimensione produttiva, o meglio, delle *units of control*, e delle strutture di mercato fortemente concentrate, era vista soprattutto in relazione al processo di generazione e sfruttamento economico della scienza e della tecnologia.

Nella letteratura economica il ruolo delle piccole e grandi imprese nel cambiamento tecnologico, e più specificamente la verifica dell'ipotesi schumpeteriana circa la superiorità e centralità della

grande dimensione produttivo-finanziaria, è stato studiato in due modi diversi:

- stimando il contributo tecnologico delle piccole e grandi imprese in un determinato sistema economico o settore industriale;
- confrontando l'intensità innovativa media delle grandi e piccole imprese, indipendentemente dal contributo tecnologico relativo che esse forniscono al sistema economico di cui fanno parte.

I dati a nostra disposizione consentono di applicare entrambi i metodi. Essi, invece, non consentono di esplorare la relazione tra dimensione d'impresa ed innovazione in una prospettiva dinamica, essendo riferiti ad un unico intervallo temporale.

c) Specificità delle strategie innovative delle PMI.

È inoltre rilevante identificare se esistano, e in caso affermativo quali siano, gli elementi di specificità delle strategie innovative delle piccole e medie imprese. Un nuovo filone di letteratura economica ha infatti sottolineato come sia improprio applicare alle PMI categorie interpretative che sono state generate per analizzare le strategie e le prestazioni economiche delle imprese di grande dimensione (si pensi all'influenza che autori quali Alfred Chandler, Edith Penrose, Robin Marris, Oliver Williamson e John Dunning hanno avuto nell'evoluzione della teoria dell'impresa). I sostenitori di questa tesi hanno alimentato un dibattito che ha generato una serie di contributi e addirittura la nascita di riviste specializzate in questa area quali *Small business economics*, *International small business journal* e, in Italia, *Piccole imprese/Small business*. È stato in particolare sostenuto che l'innovazione tecnologica è uno degli ambiti teorici ed analitici in cui vengono indebitamente applicati a tutto il tessuto industriale i modelli elaborati per la grande impresa. L'importanza quasi esclusiva che è stata dedicata alle attività di R&S fino a pochi anni addietro conferma in effetti che l'economia industriale ha per troppo tempo trascurato le modalità specifiche attraverso le quali le PMI innovano.

La nuova generazione di indagini sulle imprese innovatrici consentono ora di colmare tale lacuna, dando la possibilità di creare una nuova batteria di indicatori comprensivi e validi tanto per le piccole che per le grandi imprese. Attraverso l'uso congiunto di

questi nuovi dati ed indicatori forniti dall'indagine Istat-CNR, le specificità del processo innovativo nelle PMI verranno analizzate prendendo in esame:

- il tipo di attività innovativa svolta (distinguendo tra R&S, attività incrementali di progettazione e ingegnerizzazione, investimenti, acquisizione di licenze e brevetti);
- la tipologia dell'output innovativo (innovazioni di prodotto o processo e grado di novità delle innovazioni di prodotto);
- le modalità di acquisizione di nuove conoscenze tecnologiche (quali quelle provenienti da funzioni interne all'azienda, fornitori, altre forme di trasferimento tecnologico);
- gli obiettivi perseguiti con l'introduzione dell'innovazione tecnologica (miglioramento della qualità dei prodotti, abbassamento dei costi, ampliamento della gamma di prodotti, entrata in nuovi mercati ecc.).

d) Il ruolo delle PMI nei settori ad elevate opportunità tecnologiche.

È noto che le strategie e le prestazioni innovative delle imprese sono fortemente condizionate dai settori e dai mercati in cui esse operano. Gli storici economici hanno mostrato che il progresso tecnologico tende a concentrarsi in determinati settori, i quali cambiano nel tempo.⁷ Viene tuttavia da chiedersi quale sia il ruolo delle PMI in questi settori strategici. Anche tale dibattito richiama le ipotesi avanzate dal giovane Schumpeter [1912], secondo cui le piccole imprese capaci di generare innovazioni erano destinate a crescere e raggiungere posizioni di mercato di tipo monopolistico, seppure di tipo transitorio. La tesi secondo la quale le PMI svolgono un ruolo innovativo importante nelle prime fasi della nascita e sviluppo di nuovi mercati e settori industriali è stata ripresa anche dalla letteratura schumpeteriana più recente e in particolar modo da Christopher Freeman [Freeman *et al.* 1982] e dai modelli più recenti del ciclo di vita del prodotto [Gort e Klepper 1982; Klepper e Graddy 1990; Utterback e Suarez 1993; Klepper e Simons 1994; Klepper 1996].

⁷ Si veda ad esempio la classica analisi di Landes [1969] e più recentemente Mokyr [1990] e anche i saggi raccolti in Archibugi e Santarelli [1990].

Un primo aspetto che verrà indagato in questo lavoro è la presenza e il peso delle PMI nei settori ad elevata opportunità tecnologica. A tal fine, si prenderà in considerazione il contributo delle PMI sia in termini di risorse dedicate all'innovazione che in termini di quota di fatturato concentrato in esse. Si confronteranno poi le strategie innovative delle PMI nei settori tecnologicamente avanzati con quelle delle grandi imprese nel medesimo comparto. In particolare, si verificherà se le PMI:

- mostrano una intensità innovativa inferiore a quella delle grandi imprese;
- presentano un mix innovativo orientato più ai processi che ai prodotti;
- facciano meno ricorso alla R&S e svolgano attività innovative meno formalizzate come la progettazione e l'ingegnerizzazione;
- facciano maggiore affidamento all'acquisizione di conoscenze tecnologiche dall'esterno.

Ciò consentirà di valutare la collocazione tecnologica specifica delle PMI all'interno del comparto dei settori tecnologicamente avanzati, e il loro grado di complementarità con la grande impresa.

e) Gli effetti della struttura proprietaria sulle strategie e prestazioni innovative.

I confini dell'«impresa» sono spesso difficili da definire. Nell'analisi empirica, a seconda che l'unità di osservazione «impresa» venga definita come struttura proprietaria, come istituzione che esercita il controllo finanziario e strategico (*unit of control*), o come impresa in senso giuridico, si possono avere risultati estremamente diversi (si pensi ad esempio alla misurazione della concentrazione industriale).

Nella tradizione italiana le imprese vengono nella maggior parte dei casi intese come entità giuridiche; è questa, ad esempio, la definizione adottata dall'Istat nelle sue indagini di statistica industriale.⁸ Tuttavia, la definizione di impresa in senso giuridico

⁸ Per il censimento generale dell'industria e dei servizi del 1991, l'Istat ha utilizzato come definizione di impresa: «L'organizzazione di una attività economica esercitata con carattere professionale al fine della produzione di beni o per la prestazione di servizi destinabili alla vendita».

non coglie i fenomeni strategici che vengono governati a livello di *holding*. Alcuni lavori empirici, condotti sia dalla Banca d'Italia [Barca *et al.* 1995] che dall'Osservatorio sulle piccole e medie imprese del Mediocredito Centrale [Barbetta *et al.* 1996], hanno iniziato a quantificare quanta parte delle PMI appartengano in realtà a più vasti gruppi industriali, e come i diversi assetti proprietari influiscano sulle strategie e prestazioni economiche delle imprese.

L'appartenenza di una impresa ad un gruppo industriale ha delle implicazioni rilevanti (e almeno nel nostro paese largamente inesplorate) anche per quanto riguarda le strategie innovative perseguite dalle imprese. Le imprese facenti parte di gruppi industriali possono infatti effettuare investimenti innovativi di scala assai più ampia rispetto alla propria dimensione, giacché i loro costi e i loro effetti sono potenzialmente distribuibili sull'intero gruppo. I vincoli finanziari e organizzativi di cui tradizionalmente soffre la piccola impresa possono, ad esempio, essere rimossi dalla sua appartenenza ad un gruppo industriale. L'indagine Istat consente per la prima volta di verificare se, e in quale misura, l'appartenenza ad un gruppo industriale influisce sulle strategie innovative delle PMI, in termini di:

- entità delle risorse destinate all'innovazione;
- natura delle attività svolte;
- obiettivi perseguiti.

Si verificherà inoltre se emergono differenze significative nelle strategie e prestazioni innovative a seconda del ruolo che l'impresa riveste nel gruppo industriale, vale a dire se si tratta di una capogruppo o di una sussidiaria di un gruppo industriale.

1.4. *Alcune note metodologiche*

Il contributo delle piccole e grandi imprese nel sistema innovativo italiano e le loro strategie innovative saranno analizzati presentando i dati disaggregati a livello delle seguenti classi di addetti:

- 20-99 addetti;
- 100-499 addetti;
- oltre 500 addetti.

Le imprese sotto i 100 addetti saranno identificate in questo lavoro come PMI. Le imprese con meno di venti addetti non saranno prese in considerazione giacché l'indagine sull'innovazione tecnologica condotta dall'Istat non copre tale categoria di imprese.

Il contributo e le specificità delle attività innovative delle PMI nei diversi comparti industriali saranno analizzate presentando i dati (disaggregati a livello delle tre classi dimensionali indicate sopra) a livello dell'industria manifatturiera nel suo insieme, e all'interno dei quattro macro-raggruppamenti settoriali ricavati dalla tassonomia di Pavitt [1984]: *science based, scale intensive, specialised suppliers e supplier dominated*.

La classificazione settoriale proposta da Pavitt si basa su alcune caratteristiche fondamentali dei processi innovativi tra le quali quelle più rilevanti sono: il livello delle opportunità tecnologiche, le fonti e le modalità di acquisizione delle conoscenze tecnologiche (attività formalizzate di R&S, accumulazione di *know-how* specifico all'impresa, acquisizione di tecnologie incorporate in impianti e attrezzature), il grado e le condizioni di appropriabilità dei risultati delle attività innovative (brevetti, natura tacita delle conoscenze acquisite, fattori di scala e barriere all'entrata, *lead time*, ecc.); le esigenze e gli obiettivi degli utilizzatori dell'innovazione (riduzione dei costi, miglioramento della qualità, ecc.)⁹.

La lista dei settori contenuti in ciascuno dei raggruppamenti settoriali alla Pavitt è riportata in una apposita appendice alla fine

⁹ Ci sono due modalità diverse di applicare la tassonomia di Pavitt: a livello di settore industriale e a livello di impresa. Nel primo caso, si definiscono quali sono i settori industriali tipici di ciascuna categoria e li si aggrega [per tale procedimento, basato sulla prima Indagine Istat-CNR, si veda Archibugi *et al.* 1988; Evangelista 1996; 1999]. Un secondo procedimento è quello di classificare direttamente le imprese nelle categorie della tassonomia di Pavitt, in base alle loro caratteristiche innovative (ad esempio, la loro intensità di R&S, la quantità e la qualità di innovazioni introdotte, ecc. [questa è la metodologia applicata in Cesaratto e Mangano 1992]). I due metodi forniscono risultati diversi: il primo riesce a fornire indicazioni per le politiche industriali nel caso in cui vengono ad esempio determinate modalità di intervento specifico per ciascun settore industriale; il secondo perviene ad una più accurata classificazione delle imprese rispetto alle loro caratteristiche e strategie innovative, piuttosto che rispetto alle caratteristiche produttive e tecnologiche medie che connotano il settore in cui le imprese operano. In questo studio, le imprese sono classificate nelle categorie di Pavitt sulla base del primo metodo.

del testo. Qui di seguito vengono indicate le variabili e gli indicatori utilizzati nell'analisi empirica contenuta nella seconda parte di questo lavoro.

Informazioni generali sull'impresa:

- Fatturato (nel 1992).
- Occupazione (nel 1992).
- Appartenenza o meno dell'impresa ad un gruppo industriale e suo ruolo all'interno del gruppo (capogruppo o sussidiaria).

Variabili relative all'innovazione tecnologica:

- Numero di imprese innovatrici che hanno introdotto almeno una innovazione tecnologica nel periodo 1990-1992.
- Costo totale sostenuto per l'introduzione dell'innovazione tecnologica nel 1992 e sua composizione interna tra le seguenti attività:
 - R&S;
 - acquisizione di brevetti e licenze;
 - progettazione e ingegnerizzazione;
 - produzione di prova;
 - acquisizione di macchinari e impianti innovativi;
 - marketing.
- Fatturato delle imprese innovatrici connesso all'introduzione di innovazioni tecnologiche e in particolare all'introduzione di:
 - nuovi processi produttivi;
 - prodotti migliorati tecnologicamente;
 - prodotti totalmente nuovi.
- Fatturato delle imprese innovatrici connesso all'introduzione di innovazioni di prodotto distinte secondo il loro grado di novità:
 - prodotti nuovi solo per l'azienda;
 - prodotti nuovi per l'Italia;
 - prodotti nuovi in assoluto.
- Importanza delle diverse fonti di informazione delle attività innovative, identificata tramite la percentuale di imprese che hanno indicato le diverse fonti come «molto importanti» o «cruciali».
- Importanza dei diversi obiettivi delle attività innovative, identificata tramite la percentuale di imprese che hanno indicato gli obiettivi come «molto importanti» o «cruciali».

2. *Analisi dei risultati*

2.1. *Diffusione del fenomeno innovativo tra le piccole e medie imprese*

Quanta parte di un tessuto industriale sia interessato da processi innovativi costituisce uno degli elementi quantitativi che aiutano a definire il grado di diffusione, e il probabile impatto economico, dell'innovazione tecnologica.

Indicazioni circa il grado di diffusione del fenomeno innovativo tra le PMI, e più in generale nella struttura industriale italiana, possono essere ricavate dalla tabella 1 che mostra le percentuali delle imprese innovatrici sul totale delle imprese rilevate dall'indagine. I dati sono relativi all'industria manifatturiera nel suo insieme, e disaggregati a livello delle tre principali classi dimensionali di impresa considerate in questo lavoro. Nella tabella 1 sono riportate anche le percentuali del fatturato delle imprese innovatrici sul fatturato totale dell'industria manifatturiera, e le percentuali di fatturato che è stato innovato attraverso l'introduzione di nuovi (o migliorati) prodotti e processi produttivi. Questi ultimi due indicatori forniscono una stima dell'effettiva porzione delle attività industriali che sono interessate dai processi innovativi (tabella 1).

Nella classe dimensionale 20-99 addetti, il 29,1% delle imprese ha introdotto, nel periodo 1990-1992, almeno una innovazione di prodotto o processo, contro una percentuale di imprese innovatrici

Tabella 1. *Imprese innovatrici sul totale delle imprese rilevate.*

| Classi di addetti | Totale imprese rilevate | Totale imprese innovatrici | Imprese innovatrici sul totale (%) | Addetti imprese innov. sul totale (%) | Fatturato imprese innov. sul totale(%) | Fatturato imprese innov./ fatturato totale (%) |
|-------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| 20-99 | 19.251 | 5.602 | 29,1 | 33,1 | 34,5 | 18,9 |
| 100-499 | 3.053 | 1.574 | 51,6 | 54,6 | 58,7 | 30,9 |
| 500 e oltre | 483 | 377 | 78,1 | 87,9 | 93,2 | 48,0 |
| Totale | 22.787 | 7.553 | 33,1 | 61,5 | 70,7 | 36,9 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

relativa all'intera industria manifatturiera italiana pari al 33,1%. Come già indicato sopra, l'effettiva porzione di attività industriali interessata dai processi innovativi risulta essere stimata in maniera più accurata dagli altri due indicatori riportati nella tabella. Questi ultimi mostrano come le imprese innovatrici concentrano oltre il 70% del fatturato del totale delle imprese rilevate, anche se la percentuale del fatturato dell'industria manifatturiera effettivamente interessata da processi innovativi risulta essere di poco più di un terzo del totale. L'analisi congiunta di questi dati mette in luce:

- la forte concentrazione delle attività innovative nelle imprese di grandi dimensioni;
- la natura graduale e incrementale dei processi innovativi i quali (in un arco temporale di tre anni) interessano una parte minoritaria delle attività industriali, specie nel caso delle piccole e medie imprese.

La tabella 1 mostra come la «propensione ad innovare» cresce decisamente al crescere della dimensione di impresa. Tale relazione è confermata da tutti gli indicatori riportati nella tabella: le percentuali di imprese innovatrici, le percentuali del fatturato delle imprese innovatrici e le percentuali del fatturato effettivamente innovato con l'introduzione di nuovi prodotti e processi. In particolare oltre il 78% delle imprese con più di 500 addetti risultano essere innovatrici, e quasi il 50% del fatturato in questa classe di addetti risulta essere interessato da processi innovativi.¹⁰

La propensione ad innovare è influenzata ovviamente dal settore in cui operano le imprese. Ciò emerge chiaramente dalla tabella 2 che ripropone le stesse informazioni della tabella 1, questa volta disaggregate per i quattro raggruppamenti settoriali alla Pavitt. Nei

¹⁰ Almeno in parte, tale relazione positiva è spiegabile in termini di «scala della produzione». La probabilità che un'impresa introduca un'innovazione aumenta infatti con l'ampiezza e la varietà delle attività produttive svolte e quindi cresce con la dimensione di impresa. D'altro canto, occorre sottolineare che anche l'impatto e il ritorno economico derivante dall'introduzione di una innovazione cresce con la dimensione di impresa. Quest'ultima argomentazione è alla base dell'esistenza di rendimenti crescenti, economie di scala e di raggio d'azione, nel processo di generazione e sfruttamento economico delle nuove conoscenze tecnologiche [Cohen 1995].

Tabella 2. *Imprese innovatrici sul totale delle imprese rilevate nei macrosettori alla Pavitt.*

| Classi di addetti | Totale imprese rilevate | Totale imprese innovatrici | Imprese innovatrici sul totale (%) | Addetti imprese innov. sul totale (%) | Fatturato imprese innov. sul totale (%) | Fatturato imprese innov./ fatturato totale (%) |
|------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| <i>Science based</i> | | | | | | |
| 20-99 | 675 | 322 | 47,7 | 52,2 | 58,9 | 31,3 |
| 100-499 | 208 | 138 | 66,3 | 69,6 | 65,0 | 33,5 |
| 500 e oltre | 78 | 71 | 91,0 | 96,8 | 97,6 | 56,9 |
| Totale | 961 | 531 | 55,3 | 86,3 | 88,1 | 50,3 |
| <i>Scale intensive</i> | | | | | | |
| 20-99 | 5.320 | 1.759 | 33,1 | 36,5 | 41,0 | 21,0 |
| 100-499 | 916 | 497 | 54,3 | 57,3 | 65,5 | 33,8 |
| 500 e oltre | 186 | 152 | 81,7 | 91,7 | 95,8 | 39,7 |
| Totale | 6.422 | 2.408 | 37,5 | 68,5 | 80,9 | 35,4 |
| <i>Specialized suppliers</i> | | | | | | |
| 20-99 | 2.935 | 1.181 | 40,2 | 44,5 | 45,0 | 26,6 |
| 100-499 | 581 | 379 | 65,2 | 67,3 | 71,0 | 39,5 |
| 500 e oltre | 83 | 74 | 89,2 | 92,8 | 95,2 | 54,9 |
| Totale | 3.599 | 1.634 | 45,4 | 69,2 | 73,8 | 42,4 |
| <i>Supplier dominated</i> | | | | | | |
| 20-99 | 10.321 | 2.340 | 22,7 | 26,3 | 26,4 | 14,9 |
| 100-499 | 1.348 | 560 | 41,5 | 44,6 | 47,1 | 24,8 |
| 500 e oltre | 136 | 80 | 58,8 | 75,2 | 83,7 | 60,0 |
| Totale | 11.805 | 2.980 | 25,2 | 46,2 | 51,9 | 33,2 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

settori *science based* e *specialised suppliers*, vale a dire in quelli a più elevate opportunità tecnologiche, la percentuale di piccole imprese innovatrici è più elevata di quella riscontrata nel totale delle imprese (si vedano i dati riportati nella tabella 1). La percentuale di PMI innovatrici in questi due raggruppamenti settoriali sale rispettivamente al 48% e 40%. Tuttavia, anche all'interno di ciascuno di questi macro settori ritroviamo una netta relazione positiva tra dimensione di impresa e propensione ad innovare, anche se meno

pronunciata rispetto a quella riscontrata a livello dell'intera industria manifatturiera. Ciò sembra indicare che il fattore «dimensione di impresa» continua a giocare un ruolo determinante per la presenza delle attività innovative (specie per quelle di natura più impegnativa come la R&S), indipendentemente dalle diverse condizioni di opportunità e appropriabilità tecnologica che vigono nei diversi settori industriali.¹¹

Per isolare in maniera più sistematica l'effetto del fattore dimensionale sulla probabilità ad innovare, «depurandolo» da eventuali effetti di composizione di tipo settoriale, sono state stimate due equazioni *logit* nelle quali la semplice presenza-assenza del fenomeno innovativo (introduzione di innovazioni – equazione 1 – e presenza di attività di R&S – equazione 2) è stata fatta dipendere dalla dimensione di impresa (misurata dal logaritmo del numero degli addetti) e dal settore industriale d'appartenenza (espresso da 24 *dummy* settoriali rappresentative di altrettanti settori industriali e diversi regimi tecnologici). Sono state incluse anche due variabili di controllo che si ritiene possano influenzare, indipendentemente da determinanti di natura settoriale e dimensionale, la presenza o assenza delle attività innovative: si tratta della localizzazione geografica dell'impresa (individuata da cinque *dummy* regionali, rispettivamente per il Nord-Ovest, il Nord-Est, il Centro, il Sud, e le Isole) e l'appartenenza o meno dell'impresa ad un gruppo industriale.¹²

I risultati delle due stime *logit* (riportati nella tabella 3) confermano quanto emerso per via descrittiva nella tabella 2, e cioè che la probabilità ad innovare e svolgere attività di R&S cresce con la dimensione dell'impresa indipendentemente da effetti di composizione settoriale. Inoltre, l'analisi dei coefficienti delle *dummy* settoriali e quelle relative alle altre variabili di controllo introdotte, mostra che la propensione ad innovare:

¹¹ Ciò è confermato dal fatto che una relazione positiva tra dimensione di impresa e propensione ad innovare emerge anche dalle indagini sull'innovazione condotte in tutti gli altri paesi europei [Evangelista *et al.* 1998] e viene confermata anche nel settore dei servizi [Evangelista e Sirilli 1998b].

¹² L'importanza della dimensione regionale nei processi innovativi emerge chiaramente dai lavori di Cesaratto e Mangano [1993], Breschi e Mancusi [1995]; Iammarino *et al.* [1996].

- è più alta nei settori caratterizzati da elevate opportunità tecnologiche;
- cresce se l'impresa appartiene ad un gruppo industriale;
- è molto più elevata fra le imprese del Nord-Ovest e più bassa nelle altre aree, toccando il livello minimo nel Sud e nelle Isole.

Tabella 3. *Probabilità di effettuare attività innovative e R&S - (Stime logit).*

| Variabili dipendenti | <i>Equazione 1</i> presenza di attività innovative | <i>Equazione 2</i> presenza di attività di R&S |
|-------------------------------|--|--|
| Numero di osservazioni | 22,787 | 22,787 |
| Concordant | 70,0% | 77,5% |
| Discordant | 29,7% | 22,1% |
| -2Log L | 2774 | 3725 |
| Score | 2641 | 3837 |
| Intercetta | -3.972 | -6.114 |
| Appartiene ad un gruppo | 0,166 | 0.327 |
| Non appartiene ad un gruppo | riferimento | riferimento |
| Log-addetti | 0,578 | 0,742 |
| Nord-Ovest | 0,771 | 1.361 |
| Nord-Est | 0,454 | 1.496 |
| Centro | 0,208 | 1.127 |
| Sud | 0,067 * | 0.612 |
| Isole | riferimento | riferimento |
| Macchine per ufficio | 1,486 (1) | 1.927 (1) |
| Aeronautica | 1,276 (2) | 1.544 (3) |
| Radio, TV, comunicazioni | 1,212 (3) | 1.578 (2) |
| Strumenti di precisione | 0,962 (4) | 1.415 (4) |
| Macchinari meccanici | 0,875 (5) | 1.219 (5) |
| Farmaceutica | 0,71 (6) | 1.097 (6) |
| Gomma e plastica | 0,648 (7) | 0.637 (10) |
| Chimica (escl. farmac.) | 0,584 (8) | 0.894 (7) |
| Autoveicoli | 0,579 (9) | 0.800 (8) |
| Stampa e editoria | 0,558 (10) | -0.700 (18) |
| Carta | 0,467 (11) | -0.221 * (21) |
| Macchinari elettrici | 0,435 (12) | 0.776 (9) |
| Prodotti in metallo | 0,411 (13) | 0.262 (13) |
| Raffinerie di petrolio e coke | 0,324 ** (14) | 0.572 (12) |

Il ruolo delle piccole e medie imprese nel sistema innovativo italiano

| | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Metalli e leghe | 0,296 (15) | 0.021 ** (16) |
| Legno (escluso mobili) | 0,203 * (16) | -0.130 ** (22) |
| Altri mezzi di trasporto | 0,17 ** (17) | 0.254 (14) |
| Alimentari, bevande e tab. | 0,16 * (18) | -0.129 ** (23) |
| Prodotti da miner. non metal. | 0,116 ** (19) | 0.086 ** (15) |
| Abbigliamento | -0,913 (20) | -1.287 (19) |
| Cuoio e calzature | -0,319 (21) | -0.225 (11) |
| Fibre artificiali e sintetiche | -0,06 ** (22) | 0.599 * (20) |
| Tessile | -0,015 ** (23) | -0.279 (17) |
| Altre manifatturiere | riferimento | riferimento |

Fonte: Elaborazione su dati Istat.
nessun asterisco = significativo al 95%

* = significativo solo al 90%

** = non significativo

Nota: Rango fra parentesi

2.2. Il contributo quantitativo delle PMI al sistema innovativo italiano

Come già discusso nella prima parte di questo lavoro, nella copiosa letteratura apparsa in questi ultimi decenni sulle caratteristiche e prestazioni innovative della piccola e media impresa in Italia manca a tutt'oggi una stima del contributo relativo delle PMI nell'ambito del sistema innovativo italiano. I dati forniti dall'indagine Istat-CNR sull'innovazione tecnologica consentono di iniziare a colmare tale lacuna.

Nelle prime tre colonne della tabella 4 il peso economico delle PMI nell'industria manifatturiera italiana è quantificato dalla loro quota di addetti, fatturato ed esportazioni sul totale degli addetti, del fatturato e delle esportazioni dell'industria manifatturiera italiana. Le imprese tra 20 e 99 addetti coprono poco meno di un terzo degli addetti dell'industria manifatturiera italiana, il 25% del fatturato e il 24% delle esportazioni.¹³

Parallelamente, una stima del contributo tecnologico delle PMI nel sistema innovativo italiano può essere ottenuta guardando, sempre nella tabella 4, alle percentuali dei costi innovativi, delle spese

¹³ Occorre precisare, tuttavia, che una stima del peso economico delle PMI dovrebbe includere anche le imprese con meno di 20 addetti, che non sono state invece censite dall'indagine Istat-CNR sull'innovazione tecnologica.

Tabella 4. *Concentrazione delle attività economiche e tecnologiche nelle diverse classi dimensionali d'impresa.*

| Classi di addetti | Addetti (%) | Fatturato (%) | Export (%) | Costi innovativi totali (%) | Spese di R&S (%) | Fatturato innovati- vo (%) |
|----------------------|----------------|------------------|---------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 20-99 | 32,2 | 24,6 | 23,9 | 14,9 | 6,4 | 12,6 |
| 100-499 | 26,3 | 23,2 | 28,6 | 17,5 | 11,9 | 19,4 |
| 500 e oltre | 41,4 | 52,2 | 47,5 | 67,6 | 81,7 | 67,9 |
| Totale | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

di R&S e del fatturato innovato, relative alle tre classi dimensionali di impresa prese in considerazione in questo lavoro. Le PMI coprono il 14,9% dei costi innovativi sostenuti nell'industria manifatturiera italiana nel 1992, e il 6,4% delle spese di R&S. Se si prende in esame il fatturato innovato, quello relativo alle PMI è pari al 13%. Questi dati mostrano quindi una minore incidenza delle PMI nell'industria manifatturiera italiana in termini di *input* e *output* innovativi rispetto al loro apporto in termini di produzione industriale.

La tabella 5 consente di analizzare il contributo economico e tecnologico delle PMI in ciascuno dei quattro raggruppamenti settoriali alla Pavitt. Come prevedibile, un peso economico maggiore, rispetto alla media manifatturiera, le PMI lo rivestono nei settori *specialised suppliers*, con il 29% del fatturato, e soprattutto nei settori tradizionali, dove coprono una quota del 38% del fatturato. Nei settori *scale intensive* l'apporto economico delle PMI è piuttosto ridotto, limitandosi ad una quota pari al 16,5% del fatturato, e pari al 13,8% delle esportazioni. Nei settori *science based* il contributo delle PMI in termini di fatturato e esportazioni risulta ancora più limitato: appena il 9,0% del fatturato e il 6,1% delle esportazioni italiane in tali settori sono infatti attribuibili alle piccole e medie imprese. I dati sui costi innovativi e le spese di R&S confermano in maniera ancora più marcata il ridotto apporto che le PMI forniscono a settori come quelli ad elevate economie di scala e basati sulla scienza. In particolare, nei settori *science based* le PMI coprono appena il 4,7% dei costi innovativi totali e il 2,8% delle spese di R&S.

Tabella 5. Concentrazione delle attività economiche e tecnologiche nelle diverse classi dimensionali d'impresa nei macrosettori alla Pavitt.

| Classi di addetti nei raggruppamenti settoriali alla Pavitt | Addetti (%) | Fatturato (%) | Export (%) | Costi innovativi totali (%) | Spese di R&S (%) | Fatturato innovativo (%) |
|---|--------------|---------------|------------|-----------------------------|------------------|--------------------------|
| <i>Science based</i> | | | | | | |
| 20-99 | 11,7 | 9,0 | 6,1 | 4,7 | 2,8 | 5,6 |
| 100-499 | 19,4 | 18,3 | 17,1 | 11,0 | 8,2 | 12,2 |
| 500 e oltre | 68,9 | 72,7 | 76,9 | 84,3 | 89,0 | 82,2 |
| Totale | 100,0 (10,4) | 100,0 (9,2) | 100,0 | 100,0 (25,1) | 100,0 | 100,0 |
| <i>Scale intensive</i> | | | | | | |
| 20-99 | 27,2 | 16,5 | 13,8 | 11,4 | 4,7 | 9,7 |
| 100-499 | 23,9 | 19,3 | 21,4 | 14,3 | 9,3 | 18,4 |
| 500 e oltre | 48,9 | 64,2 | 64,7 | 74,3 | 86,0 | 71,8 |
| Totale | 100,0 (33,4) | 100,0 (44,1) | 100,0 | 100,0 (46,6) | 100,0 | 100,0 |
| <i>Specialized suppliers</i> | | | | | | |
| 20-99 | 32,6 | 29,2 | 26,4 | 23,0 | 16,2 | 18,3 |
| 100-499 | 30,7 | 27,7 | 35,3 | 31,8 | 28,2 | 25,8 |
| 500 e oltre | 36,7 | 43,1 | 38,3 | 45,2 | 55,5 | 55,9 |
| Totale | 100,0 (16,0) | 100,0 (12,3) | 100,0 | 100,0 (11,5) | 100,0 | 100,0 |
| <i>Supplier dominated</i> | | | | | | |
| 20-99 | 41,5 | 37,7 | 43,1 | 34,3 | 14,8 | 16,9 |
| 100-499 | 28,4 | 27,9 | 38,2 | 26,1 | 16,7 | 20,8 |
| 500 e oltre | 30,1 | 34,4 | 18,6 | 39,6 | 68,5 | 62,3 |
| Totale | 100,0 (40,3) | 100,0 (34,3) | 100,0 | 100,0 (16,9) | 100,0 | 100,0 |
| Totale industria manifatturiera | (100) | (100) | | (100) | | |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.
() =% sul totale dell'industria manifatturiera

Un maggiore contributo innovativo le PMI lo forniscono nei settori a loro più congeniali, vale a dire in quelli *specialised suppliers* e *supplier dominated* (con rispettivamente il 23% e 34% dei costi innovativi sostenuti in tali settori).

Accanto alla distribuzione delle attività economiche e tecnologiche per dimensione di impresa è interessante guardare alla distribuzione di tali attività tra imprese con diversa struttura proprietaria. La tabella 6 mostra la distribuzione del fatturato, delle esportazioni, dei costi innovativi e delle spese di R&S tra:

- le imprese «indipendenti», ossia quelle non facenti parte di un gruppo industriale.
- le imprese parte di un gruppo industriale con una posizione di controllo (capogruppo);
- le imprese sussidiarie.

La tabella 6 mostra una elevata concentrazione delle attività tecnologiche ed economiche nelle imprese facenti parte di gruppi industriali. Le imprese indipendenti coprono infatti il 35% del fatturato totale dell'industria manifatturiera italiana, il 22% dei costi innovativi, e appena il 15% delle spese di R&S. Alle imprese facenti parte di gruppi industriali afferiscono quindi i due terzi della produzione industriale italiana e i quattro quinti delle attività innovative.

Tabella 6. *Concentrazione delle attività economiche e tecnologiche tra le imprese «indipendenti» e quelle parte di un gruppo industriale (1992). (Totale industria manifatturiera).*

| | Numero di imprese rilevate | Fatturato (%) | Esportazioni (%) | Costi innovativi (%) | Spese di R&S (%) |
|----------------------|----------------------------|---------------|------------------|----------------------|------------------|
| Imprese indipendenti | 18.890 | 35,3 | 30,0 | 21,7 | 14,6 |
| Imprese sussidiarie | 3.081 | 53,2 | 43,5 | 61,7 | 60,4 |
| Imprese capogruppo | 816 | 11,4 | 26,6 | 16,6 | 24,9 |
| Totale | 22.787 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

In sintesi, i dati mostrati in questa sezione spingono a ridimensionare l'enfasi che viene tradizionalmente data nel nostro paese al-

le PMI, raffigurate spesso come l'asse portante del sistema industriale e innovativo italiano. La gran parte delle attività industriali e innovative rimane infatti ad essere concentrata nelle imprese di grandi dimensioni o comunque imprese facenti parte di gruppi industriali. Un dato da sottolineare ancora una volta è l'esiguo peso che le PMI rivestono non solo nei settori ad elevate economie di scala, notoriamente dominati dalle grandi imprese, ma anche nei settori caratterizzati da elevate opportunità tecnologiche, includendo in questi ultimi sia quelli propriamente *science based* sia quelli ad elevata specializzazione (*specialised suppliers*). Ciò denota una difficoltà oggettiva da parte delle PMI (specie se non facenti parte di gruppi industriali) ad entrare in tali settori e segmenti di mercato, che rimangono appannaggio della grande dimensione produttiva, organizzativa e finanziaria. Occorre anche sottolineare che le imprese di media dimensione, quelle tra 100 e 500 addetti, rappresentano un segmento importante della struttura industriale italiana, un segmento dove si concentra una quantità di attività innovative superiori a quelle concentrate nel tessuto delle piccole imprese (20-99 addetti).

Tabella 7. *Concentrazione delle attività economiche e tecnologiche tra le imprese «indipendenti» e quelle parte di un gruppo industriale (1992). (Imprese con meno di 100 addetti).*

| | Numero di imprese rilevate | Fatturato (%) | Esportazioni (%) | Costi innovativi (%) | Spese di R&S (%) |
|----------------------|----------------------------|---------------|------------------|----------------------|------------------|
| Imprese indipendenti | 17.135 | 80,1 | 80,2 | 76,9 | 71,5 |
| Imprese sussidiarie | 1.717 | 15,8 | 15,2 | 17,0 | 22,0 |
| Imprese capogruppo | 399 | 4,1 | 4,6 | 6,1 | 6,5 |
| Totale | 19.251 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

2.3. *L'intensità innovativa della piccola e grande impresa*

Nelle sezioni precedenti abbiamo mostrato che le imprese tra 20 e 100 addetti contribuiscono per circa un quarto della produzione industriale manifatturiera italiana, e concentrano poco più di un settimo delle risorse destinate alle attività innovative. In questa sezio-

ne ci concentriamo sul confronto dell'intensità innovativa di piccole e grandi imprese, utilizzando come indicatori le spese di R&S e i costi innovativi totali per addetto.

Nella tabella 8 gli indici dell'intensità innovativa media nelle diverse classi dimensionali sono stati misurati prendendo in esame due diversi campioni di imprese: un campione composto dal totale delle imprese rilevate dall'indagine e un altro composto unicamente dalle imprese innovatrici.¹⁴

Tabella 8. *Intensità innovativa per dimensione d'impresa.*

| Classi di addetti | Totale imprese rilevate | | Imprese innovative | |
|-------------------|--|--|--|--|
| | Costi innov. per addetto (milioni di lire) | Spese di R&S per addetto (milioni di lire) | Costi innov. per addetto (milioni di lire) | Spese di R&S per addetto (milioni di lire) |
| 20-99 | 4,5 | 0,7 | 13,5 | 2,1 |
| 100-499 | 6,4 | 1,6 | 11,7 | 2,9 |
| 500 e oltre | 15,8 | 6,8 | 17,9 | 7,8 |
| Totale | 9,7 | 3,5 | 15,7 | 5,6 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

Gli indici di intensità innovativa calcolati su tutto il campione delle imprese rilevate dall'indagine mostrano una chiara relazione positiva tra dimensione di impresa e intensità innovativa. Mentre le imprese con oltre 500 addetti hanno speso in media, nel 1992, quasi 16 milioni di lire per addetto in innovazione tecnologica, per le imprese sotto i 100 addetti la spesa innovativa media è stata di 4,5 milioni di lire. La differenza tra grandi e piccole imprese è ancora più marcata se prendiamo in esame le spese di R&S per addetto. Le

¹⁴ A questo riguardo occorre sottolineare che la maggior parte dei campioni utilizzati nelle stime econometriche della relazione tra dimensione di impresa e intensità innovativa sono «non casuali». Molti degli studi a livello di impresa hanno infatti confinato la loro attenzione solo sulle imprese innovatrici; i primi lavori empirici in questo campo si sono concentrati sulle 500 o 1000 imprese più grandi del settore manifatturiero mentre, in genere, le imprese che non riportavano R&S venivano escluse dal campione [Cohen e Levin 1989].

grandi imprese spendono infatti in media quasi dieci volte di più delle imprese con meno di 100 addetti.¹⁵ Le relazioni positive tra intensità innovativa e dimensione di impresa che emergono nelle prime tre colonne della tabella 8 sono tuttavia in larga parte il risultato della minore propensione ad innovare, e a condurre attività di R&S, che caratterizza la piccola dimensione rispetto alla grande impresa. Abbiamo infatti già mostrato come solo una minoranza delle PMI innovano, e solo una piccola parte di queste ultime svolgono attività di R&S. Ciò non implica, ovviamente, che le PMI innovatrici siano meno innovative dalle grandi imprese. A tal riguardo due sono gli aspetti sui quali l'analisi empirica dovrebbe far luce: il primo consiste nel verificare se, e in quale misura, le PMI innovatrici possano competere con la grande impresa; in una prospettiva dinamica ed evolutiva, rimane poi da indagare se, e in quali condizioni, grazie alle proprie strategie e prestazioni innovative le PMI riescano a crescere e diventare imprese di grandi dimensioni.

Purtroppo le caratteristiche dei dati a nostra disposizione non ci consentono di studiare la relazione tra innovazione e dimensione di impresa in un ambito dinamico. Possiamo invece iniziare a far luce sul primo dei due aspetti richiamati sopra, confrontando l'intensità innovativa media di piccole, medie e grandi imprese concentrandoci sulle sole imprese innovatrici. La seconda parte della tabella 8, riferita al campione delle imprese manifatturiere italiane che hanno introdotto almeno un'innovazione tecnologica tra il 1990 e 1992, mostra che mentre permane una relazione positiva tra intensità innovativa e dimensione di impresa per quanto riguarda le spese di R&S, tale relazione scompare nel caso dei costi innovativi per addetto. Mentre le attività di R&S confermano quindi di essere prerogativa della grande dimensione, se si guarda alle spese totali dedicate all'innovazione, le imprese sotto i 100 addetti risultano essere più innovative delle imprese di media dimensione (100-499 addetti), e la loro distanza dalla grande impresa viene a ridursi considerevolmente.

¹⁵ Ciò non sorprende se si tiene conto del fatto che l'indicatore basato sulle spese di R&S, che è in grado di cogliere una buona parte dell'attività innovativa delle imprese di grande dimensione, non è capace di «catturare» lo sforzo innovativo relativo all'acquisizione e all'utilizzazione di tecnologie di processo tipico delle piccole e medie imprese.

Il confronto dell'intensità innovativa tra grandi e piccole imprese basato su dati di tipo aggregato potrebbe tuttavia celare la presenza di effetti di composizione settoriale. In particolare, le relazioni emerse nella tabella 8 potrebbero essere il risultato dalla forte concentrazione delle PMI in settori caratterizzati da basse opportunità tecnologiche. Nella letteratura più recente si è sostenuto infatti che sono proprio le condizioni di appropriabilità e opportunità tecnologica a determinare il grado di coinvolgimento delle imprese nelle attività innovative, mentre la dimensione di impresa in sé giocherebbe un ruolo del tutto marginale o addirittura inesistente [Levin *et al.* 1987; Klevorick *et al.* 1995; Cohen 1995]. Un modo per verificare tale ipotesi è quello di confrontare l'intensità innovativa delle piccole e grandi imprese nei diversi settori industriali.

La tabella 9 presenta quindi gli stessi indici utilizzati nella tabella 8, questa volta calcolati a livello dei diversi raggruppamenti settoriali alla Pavitt. Nel caso in cui vengano prese in considerazione sia le imprese innovatrici che quelle non innovatrici la relazione positiva tra intensità innovativa e dimensione di impresa risulta essere confermata in tutte e quattro le categorie suggerite da Pavitt. In particolare, nei settori *science based* e *scale intensive* si registrano le maggiori differenze nell'intensità innovativa tra grandi e piccole imprese. Ciò, tuttavia, riflette di nuovo la minore propensione ad innovare che caratterizza le piccole imprese rispetto a quelle di più grande dimensione, fenomeno che abbiamo già visto essere presente in tutti i settori industriali, e specialmente in quelli ad elevate opportunità tecnologiche (vedi i risultati della stima *logit* nella tabella 3).

Qualora ci si concentri sul campione delle sole imprese innovatrici, una relazione positiva tra intensità innovativa e dimensione di impresa viene riscontrata infatti solo nei settori *science based* e *scale intensive*. In questi settori la grande impresa innovatrice spende per addetto di più (in media) della piccola impresa innovatrice. Relazioni meno univoche emergono invece negli altri due raggruppamenti settoriali: mentre le piccole imprese mostrano spese di R&S per addetto inferiori a quelle delle grandi imprese, una tendenza opposta emerge qualora si prendano in esame i costi innovativi totali. Tali risultati confermano i risultati della prima indagine dell'Istat sull'innovazione tecnologica e, in particolare, il fatto che la grande impresa mostra una intensità di R&S più elevata della piccola impresa in tutti i setto-

Il ruolo delle piccole e medie imprese nel sistema innovativo italiano

Tabella 9. *Intensità innovativa per dimensione d'impresa nei macrosettori alla Pavitt (campione di imprese innovative).*

| Classi di addetti nei raggruppamenti settoriali alla Pavitt | Totale imprese rilevate | | Imprese innovative | |
|---|--|--|--|--|
| | Costi innov. per addetto (milioni di lire) | Spese di R&S per addetto (milioni di lire) | Costi innov. per addetto (milioni di lire) | Spese di R&S per addetto (milioni di lire) |
| <i>Science based</i> | | | | |
| 20-99 | 9,4 | 3,4 | 18,1 | 6,5 |
| 100-499 | 13,2 | 6,0 | 19,0 | 8,6 |
| 500 e oltre | 28,5 | 18,3 | 29,5 | 18,9 |
| Totale | 23,3 | 14,1 | 27,0 | 16,4 |
| <i>Scale intensive</i> | | | | |
| 20-99 | 5,6 | 0,6 | 15,4 | 1,7 |
| 100-499 | 8,1 | 1,4 | 14,1 | 2,4 |
| 500 e oltre | 20,5 | 6,2 | 22,4 | 6,8 |
| Totale | 13,5 | 3,5 | 19,7 | 5,2 |
| <i>Specialized suppliers</i> | | | | |
| 20-99 | 4,9 | 1,2 | 11,0 | 2,8 |
| 100-499 | 7,2 | 2,3 | 10,7 | 3,4 |
| 500 e oltre | 8,6 | 3,7 | 9,2 | 4,0 |
| Totale | 7,0 | 2,5 | 10,1 | 3,6 |
| <i>Supplier dominated</i> | | | | |
| 20-99 | 3,3 | 0,4 | 12,7 | 1,4 |
| 100-499 | 3,7 | 0,6 | 8,3 | 1,4 |
| 500 e oltre | 5,3 | 2,4 | 7,1 | 3,1 |
| Totale | 4,0 | 1,0 | 8,8 | 2,2 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

ri industriali, mentre destina maggiori risorse alle attività innovative nel loro complesso solo nei settori ad alta tecnologia e ad elevate economie di scala [Archibugi, Evangelista e Simonetti 1995].

2.3.1. *Prestazioni innovative delle imprese indipendenti e quelle facenti parte di un gruppo industriale*

Abbiamo già sottolineato che l'unità di osservazione dell'indagine Istat è la singola impresa, definita come unità economico-giu-

ridica. In altre parole, i dati forniti dall'indagine non sono consolidati né consolidabili, ovvero non è possibile riaggregarli a livello di gruppo industriale. Come già osservato l'indagine Istat fornisce comunque l'indicazione circa l'appartenenza o meno di ogni singola impresa rilevata ad un gruppo industriale, e la sua posizione all'interno del gruppo («capogruppo» o «sussidiaria»). Ciò consente di confrontare le prestazioni innovative delle imprese «indipendenti» e quelle facenti parte di un gruppo industriale.

La tabella 10 riporta per i tre gruppi di imprese (indipendenti, capogruppo e sussidiarie) la percentuale di imprese innovatrici, i costi innovativi e le spese di R&S per addetto, e un indicatore delle prestazioni economiche rappresentato dal rapporto tra esportazioni e fatturato (propensione alle esportazioni). La tabella 11 mostra gli stessi indicatori calcolati con riferimento al campione di imprese con meno di 100 addetti, e consente quindi di verificare, nello specifico caso delle piccole imprese, se la loro appartenenza ad un gruppo industriale sia un fattore in grado di influire sulla propensione ad innovare e sulla loro intensità innovativa.

Tabella 10. *Intensità innovativa e propensione alle esportazioni nelle imprese «indipendenti» e parte di un gruppo industriale. (Totale industria manifatturiera).*

| | Imprese innovative sul totale (%) | Costi innovativi per addetto (milioni di lire) | Spese di R&S per addetto (milioni di lire) | Export/fatturato (%) |
|----------------------|--|---|---|-------------------------|
| Imprese indipendenti | 29,7 | 9,5 | 2,3 | 17,7 |
| Imprese sussidiarie | 48,2 | 18,9 | 6,6 | 17,6 |
| Imprese capogruppo | 57,1 | 20,1 | 10,8 | 31,0 |
| Totale | 33,1 | 15,7 | 5,6 | 19,3 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

La tabella 10 mostra che la forma organizzativa «di gruppo» risulta essere più innovativa di quella basata su imprese indipendenti: le imprese parte di un gruppo industriale, e in particolare quelle «capogruppo», mostrano infatti una percentuale più alta di imprese innovatrici e spendono notevolmente di più (in proporzione ai pro-

pri addetti) per le attività di R&S, e più in generale per il complesso delle attività innovative.

Anche se guardiamo nella tabella 11 alle differenze nell'intensità innovativa tra le imprese indipendenti e quelle parte di un gruppo all'interno del campione delle PMI, le cose non cambiano rispetto al quadro precedente. Le PMI facenti parte di un gruppo risultano essere più innovative e mostrano una più elevata propensione alle esportazioni delle PMI indipendenti.¹⁶ Sono due le possibili ragioni della maggiore innovatività delle PMI facenti parte di un gruppo industriale: una legata all'abbassamento delle barriere finanziarie all'innovazione, derivante da un più facile accesso a canali di finanziamento intra-gruppo; l'altra legata all'alleggerimento dei notori vincoli strategici e organizzativi delle PMI. Le piccole e medie imprese facenti parte di gruppi industriali vengono infatti ad essere parte di strategie e assetti organizzativi di scala assai più ampia rispetto alla dimensione della singola impresa.¹⁷

Tabella 11. *Intensità innovativa e propensione alle esportazioni nelle imprese «indipendenti» e parte di un gruppo industriale. (Imprese con meno di 100 addetti).*

| | Imprese innovative sul totale (%) | Costi innovativi per addetto (milioni di lire) | Spese di R&S per addetto (milioni di lire) | Export/fatturato (%) |
|----------------------|-----------------------------------|--|--|----------------------|
| Imprese indipendenti | 27,8 | 12,7 | 1,8 | 21,4 |
| Imprese sussidiarie | 37,4 | 16,6 | 3,3 | 22,9 |
| Imprese capogruppo | 47,6 | 18,7 | 3,1 | 24,7 |
| Totale | 29,1 | 13,5 | 2,1 | 21,8 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

¹⁶ Questi risultati confermano anche i risultati di precedenti lavori che avevano già mostrato come le piccole imprese facenti parte di un gruppo industriale registravano tassi di adozione di tecnologie di processo avanzate (sistemi di automazione flessibile - FMS) più elevati rispetto alle piccole imprese indipendenti [Cainarca *et al.* 1988].

¹⁷ Questi dati sembrano rafforzare l'ipotesi schumpeteriana originale circa la centralità e i vantaggi della grande impresa intesa come *unit of control*, controllo quindi di tipo strategico e finanziario.

2.4. La natura delle attività innovative nelle piccole e grandi imprese

2.4.1. Differenze nella tipologia delle attività innovative svolte

La natura multiforme delle attività innovative e le loro specificità settoriali sono state sottolineate da un'ampia letteratura, che ha confermato l'esistenza di una molteplicità di fonti innovative strettamente interdipendenti [Pavitt 1984; Kline e Rosenberg 1986; von Hippel 1988; Archibugi *et al.* 1988; Archibugi, Evangelista, Perani e Rapiti 1996]. Oltre alle attività di generazione di nuove conoscenze tecnologiche (misurate dalle attività di R&S), una particolare attenzione è stata posta anche sui processi di adozione e diffusione delle tecnologie (sia incorporate che scorporate), elementi riconosciuti come necessari affinché la tecnologia possa manifestare in pieno i suoi effetti economici [OECD 1992a; 1996]. Uno degli obiettivi principali delle indagini sull'innovazione è consistito nel quantificare lo sforzo innovativo legato ad una ampia gamma di attività tecnologiche che includono, oltre alle attività di R&S, l'acquisizione di tecnologie «scorporate» rappresentate da brevetti e licenze, attività meno formalizzate come la progettazione e le produzioni di prova, l'acquisizione di tecnologie incorporate in nuovi impianti e macchinari e le attività di marketing legate all'introduzione di nuovi prodotti innovativi.

La tabella 12 mostra la ripartizione delle spese sostenute dal totale delle imprese manifatturiere italiane per introdurre innovazioni. Guardando all'industria manifatturiera nel suo complesso, il quadro che emerge è piuttosto chiaro: i processi innovativi industriali consistono, in primo luogo, nell'acquisto e utilizzo di tecnologie «incorporate» (macchinari e impianti innovativi, che coprono il 47% delle spese innovative totali) e, in secondo luogo, in uno sforzo di generazione e sviluppo di nuove conoscenze interne all'impresa, misurato dalla percentuale delle spese innovative dedicate alle attività di R&S (35,8%) [Evangelista 1996; 1999]. Le altre componenti hanno un ruolo molto più limitato: le spese sostenute per la progettazione e quelle per le produzioni di prova coprono ciascuna il 7% delle spese innovative totali, mentre appena l'1,2% e l'1,5% della spesa totale vengono destinati rispettivamente all'acquisto di brevetti e licenze e alle spese di marketing connesse all'introduzione di innovazioni tecnologiche. Occorre sottolineare che l'ordine di

Il ruolo delle piccole e medie imprese nel sistema innovativo italiano

importanza delle diverse «fonti tecnologiche» che emerge dall'indagine Istat-CNR non riflette unicamente le specificità della struttura industriale italiana, con la sua forte specializzazione nei settori tradizionali dominati dalla piccola e media dimensione produttiva [Archibugi *et al.* 1993; ENEA 1998]. Esso non muta infatti se si prendono in esame i risultati delle indagini condotte negli altri paesi europei, che di nuovo vedono gli investimenti assorbire la parte più rilevante dei costi innovativi, seguiti dalle spese di R&S e le altre attività innovative [Evangelista *et al.* 1998].

Tabella 12. *Distribuzione dei costi innovativi.*

| Classi di addetti | R&S (%) | Acquisto brevetti e licenze (%) | Progettazione (%) | Produzione di prova (%) | Marketing (%) | Investimenti (%) | Totale costi innovativi |
|-------------------|---------|---------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|------------------|-------------------------|
| 20-99 | 15,5 | 1,4 | 8,9 | 8,0 | 1,8 | 64,3 | 100,0 |
| 100-499 | 24,4 | 2,0 | 10,6 | 9,4 | 2,2 | 51,5 | 100,0 |
| 500 e oltre | 43,3 | 0,9 | 6,2 | 6,1 | 1,3 | 42,2 | 100,0 |
| Totale | 35,8 | 1,2 | 7,4 | 6,9 | 1,5 | 47,1 | 100,0 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

Al di là del dato aggregato, in questo lavoro siamo comunque interessati a verificare se le PMI presentano delle specificità rispetto al tipo di fonti tecnologiche utilizzate, e se tali specificità permangono indipendentemente dal settore di attività economica, e regime tecnologico, in cui esse operano. La tabella 12 mostra che il peso delle diverse fonti innovative è fortemente influenzato dalla dimensione di impresa, e ciò con particolare riferimento alle attività di R&S e agli investimenti. Per le imprese con meno di 100 addetti, le attività di R&S coprono solo il 15% delle risorse finanziarie destinate all'innovazione, contro una percentuale pari al 43% relativa alle imprese con oltre 500 addetti. Gli investimenti mostrano un andamento opposto: essi rappresentano oltre il 64% delle spese innovative totali per le imprese di piccola e media dimensione e il 42% per le grandi imprese. Questi dati configurano quindi una sorta di divisione del lavoro nel processo innovativo: le grandi imprese svolgono la gran parte delle attività di R&S, e le piccole imprese utilizzano prevalentemen-

te tecnologie incorporate nelle innovazioni di processo. Le altre componenti innovative (acquisizione di brevetti e licenze, progettazione e ingegnerizzazione, produzione di prova e marketing) non sembrano invece correlate alla dimensione di impresa. Può essere solamente riscontrata una maggiore rilevanza delle attività di progettazione nella fascia dimensionale intermedia (100-499 addetti).

Le relazioni tra tipologia delle attività innovative svolte e dimensione di impresa trovate per l'industria manifatturiera nel suo complesso si ritrovano in tutti e quattro i macro-settori alla Pavitt (tabella 13). Lo stesso modello di divisione del lavoro nella tecnologia tra grandi e piccole imprese lo si ritrova anche nei settori *science based* dove tutte le imprese dovrebbero, almeno in linea di principio, orientare una parte prevalente delle proprie attività innovative alla generazione e sviluppo di nuove conoscenze. Anche in questi settori le grandi imprese destinano alle attività di R&S una quota dei propri costi innovativi (64%) assai maggiore di quella destinata dalle PMI (36%). È interessante notare, tuttavia, che nei settori *science based*, le piccole imprese mostrano percentuali dei costi destinati alla progettazione più elevate di quelle delle grandi imprese. Ciò potrebbe essere spiegato (almeno in parte) dalla natura informale che attività innovative assimilabili o contigue alla R&S (progettazione e sviluppo di nuovi prodotti e processi) hanno nelle imprese di piccole dimensioni non dotate di laboratori di R&S.

La tabella 13 mostra infine che gli investimenti rivestono un ruolo molto rilevante nelle PMI che operano nei settori tradizionali (73% dei costi innovativi totali) a conferma che le attività innovative in questi settori (soprattutto quelle svolte dalle PMI) consistono principalmente nell'acquisizione di tecnologie incorporate in nuovi impianti e macchinari.

2.4.2. *Differenze nelle strategie innovative di prodotto e processo*

La distinzione tra innovazione di prodotto e processo è stata spesso utilizzata nella letteratura per definire differenze fondamentali nei modelli settoriali di innovazione e nelle strategie delle imprese. All'innovazione di processo si associano infatti strategie volte alla riduzione dei costi di produzione, che caratterizzano i settori più tradizionali e scarsamente innovativi, accanto a quelli ad elevate economie di scala. Le innovazioni di prodotto vengono associate, di con-

Tabella 13. Distribuzione dei costi innovativi nei macrosettori alla Pavitt.

| Classi di addetti nei raggruppamenti settoriali alla Pavitt | R&S (%) | Acquisto brevetti e licenze (%) | Progettazione (%) | Produzione di prova (%) | Marketing (%) | Investimenti (%) | Totale costi innovativi (%) |
|---|---------|---------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|------------------|-----------------------------|
| <i>Science based</i> | | | | | | | |
| 20-99 | 36,2 | 2,2 | 15,5 | 11,9 | 2,8 | 31,3 | 100 |
| 100-499 | 45,2 | 3,4 | 8,2 | 8,3 | 2,9 | 32,1 | 100 |
| 500 e oltre | 64,1 | 2,1 | 9,0 | 10,8 | 1,0 | 13,0 | 100 |
| Totale | 60,7 | 2,2 | 9,2 | 10,6 | 1,3 | 16,0 | 100 |
| <i>Scale intensive</i> | | | | | | | |
| 20-99 | 10,9 | 2,0 | 6,4 | 6,4 | 1,4 | 72,9 | 100 |
| 100-499 | 17,1 | 2,4 | 10,8 | 9,4 | 1,8 | 58,4 | 100 |
| 500 e oltre | 30,3 | 0,2 | 3,3 | 3,0 | 0,9 | 62,3 | 100 |
| Totale | 26,2 | 0,7 | 4,7 | 4,3 | 1,1 | 62,9 | 100 |
| <i>Specialized suppliers</i> | | | | | | | |
| 20-99 | 25,0 | 1,0 | 16,0 | 12,8 | 2,7 | 42,5 | 100 |
| 100-499 | 31,5 | 1,5 | 14,0 | 10,9 | 2,2 | 39,9 | 100 |
| 500 e oltre | 43,5 | 1,7 | 16,8 | 10,6 | 2,1 | 25,3 | 100 |
| Totale | 35,4 | 1,5 | 15,7 | 11,2 | 2,3 | 33,9 | 100 |
| <i>Supplier dominated</i> | | | | | | | |
| 20-99 | 11,1 | 1,0 | 6,7 | 6,5 | 1,6 | 73,1 | 100 |
| 100-499 | 16,4 | 1,0 | 8,9 | 8,7 | 2,1 | 62,9 | 100 |
| 500 e oltre | 44,3 | 0,3 | 4,6 | 3,6 | 3,2 | 44,0 | 100 |
| Totale | 25,7 | 0,7 | 6,4 | 5,9 | 2,4 | 58,9 | 100 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

tro, a strategie di impresa che puntano al miglioramento qualitativo dei prodotti, e che caratterizzano produzioni con un elevato contenuto tecnologico [Archibugi, Evangelista, Perani e Rapiti 1996].

L'indagine Istat-CNR consente di analizzare l'importanza rivestita dalle innovazioni di processo e di prodotto nelle strategie delle imprese di diversa dimensione, e operanti nei diversi settori industriali, fornendo dati relativi alle percentuali del fatturato innovato attraverso l'introduzione di:

- nuovi processi produttivi;
- prodotti migliorati incrementalmente da un punto di vista tecnologico;
- prodotti nuovi in assoluto.

Tale indicatore risulta essere più affidabile di quello (largamente utilizzato nella letteratura empirica) basato sul numero delle innovazioni di prodotto o processo introdotte dalle imprese; ciò in virtù della forte eterogeneità che esiste nella rilevanza economica e tecnologica delle innovazioni introdotte dalle imprese [Santarelli e Piergiovanni 1996]. Le tabelle 14 e 15 mostrano le percentuali medie di fatturato innovato (nei prodotti e nei processi) nelle diverse classi dimensionali, rispettivamente, nell'industria manifatturiera italiana nel suo insieme, e all'interno dei diversi raggruppamenti settoriali alla Pavitt.

La tabella 14 mostra come le innovazioni di processo e di prodotto sembrano avere la stessa rilevanza nelle strategie delle imprese innovatrici italiane: il 51,2% del fatturato innovato riguarda infatti l'introduzione di nuovi processi produttivi, e il rimanente 48,8% viene innovato attraverso le innovazioni di prodotto (sia incrementali che radicali). Le PMI mostrano sotto questo aspetto strategie innovative non dissimili da quelle perseguite dalle imprese di grandi dimensioni. Non emergono infatti differenze significative neanche nella rilevanza rivestita dai «prodotti nuovi in assoluto» che coprono, in tutte e tre le classi dimensionali considerate, circa il 22% del fatturato innovato. Ciò rappresenta un risultato in qualche misura inaspettato, considerato che le piccole imprese sono fortemente concentrate nei settori più tradizionali nei quali, come emerge anche dai dati sui costi innovativi, le attività innovative sono indirizzate principalmente all'ammodernamento tecnologico dei processi produttivi.

Il ruolo delle piccole e medie imprese nel sistema innovativo italiano

Tabella 14. *Distribuzione del fatturato innovato secondo il tipo di innovazione introdotta.*

| Classi di addetti | Solo innovazione di processo (%) | Miglioramento tecnologico dei prodotti (%) | Prodotti totalmente nuovi (%) | Totale fatturato innovato (%) |
|-------------------|----------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|
| 20-99 | 51,8 | 26,1 | 22,1 | 100 |
| 100-499 | 50,0 | 27,0 | 23,0 | 100 |
| 500 e oltre | 51,5 | 27,3 | 21,2 | 100 |
| Totale | 51,2 | 27,1 | 21,7 | 100 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

Differenze significative, e in linea con le aspettative, emergono invece tra i diversi settori industriali (tabella 15). In particolare:

– I settori *science based* mostrano quote di fatturato innovato relativo a prodotti totalmente nuovi (45,9%) più che doppie rispetto a quelle della media dell'industria manifatturiera, mentre scarso, in questi stessi settori, è il peso delle innovazioni di processo (25%). Da notare anche che nei settori *science based* le PMI hanno quote di prodotti totalmente nuovi (41,8%) minori di quelle della grande impresa, ma superiori a quelli della media dimensione produttiva (34,9%). Questi dati, insieme a quelli relativi all'intensità innovativa, indicano quindi che nei settori *science based* esiste un nucleo ristretto, ma qualificato, di PMI con strategie e prestazioni innovative non dissimili da quelle delle grandi imprese.

– I settori *scale intensive*, e in particolar modo quelli *supplier dominated*, mostrano strategie innovative orientate prevalentemente all'introduzione di innovazioni di processo. Oltre il 58% del fatturato innovato in questi settori è legato all'introduzione di nuovi processi produttivi. Sono tuttavia le grandi imprese in questi settori a mostrare una netta propensione verso l'innovazione di processo: nelle imprese con oltre 500 addetti oltre il 90% del fatturato è collegato a tale tipologia di innovazioni. La minore rilevanza delle innovazioni di processo nelle imprese con meno di 100 addetti potrebbe essere collegato, di contro, alla particolare specializzazione produttiva di queste imprese collocate in settori dove le economie di scala sono meno rilevanti e i processi produttivi caratterizzati da una più bassa intensità di capitale.

Tabella 15. *Distribuzione del fatturato innovato secondo il tipo di innovazione introdotta nei macrosettori alla Pavitt.*

| Classi di addetti nei raggruppamenti settoriali alla Pavitt | Solo innovazione di processi (%) | Miglioramento tecnologico dei prodotti (%) | Prodotti totalmente nuovi (%) | Totale fatturato innovato (%) |
|---|----------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|
| <i>Science based</i> | | | | |
| 20-99 | 24,6 | 33,6 | 41,8 | 100 |
| 100-499 | 32,8 | 32,4 | 34,9 | 100 |
| 500 e oltre | 23,9 | 28,4 | 47,8 | 100 |
| Totale | 25,0 | 29,2 | 45,9 | 100 |
| <i>Scale intensive</i> | | | | |
| 20-99 | 60,0 | 21,1 | 19,0 | 100 |
| 100-499 | 55,7 | 22,5 | 21,7 | 100 |
| 500 e oltre | 42,5 | 35,6 | 21,9 | 100 |
| Totale | 46,6 | 31,8 | 21,6 | 100 |
| <i>Specialized suppliers</i> | | | | |
| 20-99 | 32,0 | 39,6 | 28,5 | 100 |
| 100-499 | 34,2 | 39,2 | 26,6 | 100 |
| 500 e oltre | 26,2 | 46,0 | 27,8 | 100 |
| Totale | 29,3 | 43,1 | 27,6 | 100 |
| <i>Supplier dominated</i> | | | | |
| 20-99 | 58,9 | 22,3 | 18,8 | 100 |
| 100-499 | 56,0 | 24,4 | 19,6 | 100 |
| 500 e oltre | 91,1 | 5,8 | 3,1 | 100 |
| Totale | 78,3 | 12,5 | 9,2 | 100 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

– Nei settori *specialised suppliers* una larga parte delle attività innovative consiste invece nel miglioramento incrementale dei prodotti (43,1% del fatturato innovato) con marginali differenze tra grandi e piccole imprese.

In sintesi i dati dell'indagine sembrano suggerire che mentre esistono significative differenze a livello settoriale nelle fonti tecnologiche utilizzate dalle imprese, all'interno dei diversi settori indu-

striali piccole e grandi imprese non sembrano far ricorso ad un mix diverso di innovazioni di prodotto e processo.

2.4.3. Differenze nel grado di novità delle innovazioni di prodotto tra piccola e grande impresa

Un indicatore indiretto per analizzare la qualità e il grado di significatività tecnologica dell'output innovativo delle imprese è quello relativo alla distribuzione interna del fatturato innovato, corrispondente all'introduzione di:

- prodotti nuovi per la sola azienda;
- prodotti nuovi per il solo mercato italiano;
- prodotti nuovi in assoluto.

Le tabelle 16 e 17 mostrano le percentuali medie del fatturato innovato relativo alle tre tipologie di prodotto menzionate, nelle diverse classi dimensionali e settori industriali.

La tabella 16 mostra che la maggior parte del fatturato innovato nell'industria manifatturiera italiana (delle imprese che hanno introdotto innovazioni di prodotto) si riferisce a prodotti nuovi o per la sola azienda (44,2%), o solo per l'Italia (37,9%). I prodotti nuovi in assoluto pesano sul fatturato innovato (nei prodotti) per il 17,9%. Le PMI mostrano quote di fatturato relative a prodotti nuovi in assoluto (17,2%) vicine alla media dell'industria manifatturiera, e comunque non inferiori a quelle delle grandi imprese (16,6%).

Tabella 16. *Distribuzione del fatturato secondo la novità dei prodotti per dimensione d'impresa.*

| Classi di addetti | Prodotti nuovi per l'azienda (%) | Prodotti nuovi per l'Italia (%) | Prodotti nuovi in assoluto (%) | Totale fatturato innovato nei prodotti (%) |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|
| 20-99 | 53,5 | 29,3 | 17,2 | 100 |
| 100-499 | 48,7 | 28,4 | 22,9 | 100 |
| 500 e oltre | 41,1 | 42,3 | 16,6 | 100 |
| Totale | 44,2 | 37,9 | 17,9 | 100 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

Tabella 17. *Distribuzione del fatturato secondo la novità dei prodotti per dimensione d'impresa nei macrosettori alla Pavitt.*

| Classi di addetti nei raggruppamenti settoriali alla Pavitt | Prodotti nuovi per l'azienda (%) | Prodotti nuovi per l'Italia (%) | Prodotti nuovi in assoluto (%) | Totale fatturato innovato nei prodotti (%) |
|---|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|
| <i>Science based</i> | | | | |
| 20-99 | 54,4 | 28,4 | 17,2 | 100 |
| 100-499 | 42,7 | 33,1 | 24,2 | 100 |
| 500 e oltre | 38,7 | 38,2 | 23,1 | 100 |
| Totale | 40,0 | 37,1 | 22,9 | 100 |
| <i>Scale intensive</i> | | | | |
| 20-99 | 51,8 | 36,6 | 11,6 | 100 |
| 100-499 | 50,0 | 27,3 | 22,7 | 100 |
| 500 e oltre | 46,5 | 40,1 | 13,5 | 100 |
| Totale | 47,4 | 37,9 | 14,7 | 100 |
| <i>Specialized suppliers</i> | | | | |
| 20-99 | 53,1 | 22,7 | 24,2 | 100 |
| 100-499 | 49,0 | 26,2 | 24,8 | 100 |
| 500 e oltre | 28,4 | 55,3 | 16,3 | 100 |
| Totale | 37,7 | 42,6 | 19,7 | 100 |
| <i>Supplier dominated</i> | | | | |
| 20-99 | 55,0 | 29,4 | 15,7 | 100 |
| 100-499 | 48,9 | 30,0 | 21,1 | 100 |
| 500 e oltre | 41,0 | 39,5 | 19,5 | 100 |
| Totale | 48,8 | 32,3 | 18,9 | 100 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

Più significative sembrano essere invece le differenze tra grandi e piccole imprese nelle quote di fatturato connesse all'introduzione di prodotti nuovi per la sola azienda o per l'Italia. Le piccole imprese si contraddistinguono infatti per quote di fatturato medio relative a prodotti nuovi per l'Italia (29,3%) inferiori a quelle che si registrano nelle grandi imprese (42,3%). Si verifica invece il contrario per i prodotti nuovi solo per l'azienda: nelle classi dimensionali sot-

to i 500 addetti si riscontrano quote di fatturato innovato relativo a tale tipologia di prodotti superiori al 53%.

Mentre le piccole imprese sembrano quindi in larga parte caratterizzate da strategie innovative di tipo imitativo (potremmo dire di allineamento alla *best practice* in ambito nazionale), il grado di originalità delle innovazioni introdotte da parte delle grandi imprese sembra riferirsi al solo mercato nazionale (allineamento alla *best practice* in ambito internazionale). Questo tipo di regolarità si riscontra anche all'interno delle diverse aggregazioni settoriali alla Pavitt (tabella 17). Nei settori *science based*, tuttavia, emerge una relazione positiva tra dimensione di impresa e percentuali di fatturato relative a prodotti nuovi in assoluto, mentre le piccole imprese innovano in maniera più radicale delle grandi imprese nei settori *specialised suppliers*.

2.4.4. Differenze nelle fonti di informazione tecnologica utilizzate dalle piccole e grandi imprese

La tabella 18 consente di verificare se piccole e grandi imprese utilizzano canali di informazione sulla tecnologia di natura diversa. Alle imprese è stato chiesto di valutare il grado di importanza di un'ampia gamma di possibili fonti di informazione, attribuendo loro un punteggio che variava tra 0 (nel caso la fonte fosse giudicata «non rilevante») e 5 (nel caso fosse valutata come «cruciale»). Nella tabella 18 l'importanza delle diverse fonti è quantificata attraverso

Tabella 18. *Importanza delle fonti di informazione dell'innovazione tecnologica. Percentuali delle imprese che hanno indicato la fonte «molto rilevante» o «cruciale».*

| Classe di addetti | Interne all'azienda | Altre imprese del gruppo | Fornitori di attrezzature | Società di consulenza | Università | Istituzioni di trasferimento tecnologico | Brevetti |
|-------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|--|----------|
| 20-99 | 57,3 | 5,2 | 37,3 | 14,8 | 3,4 | 2,4 | 7,0 |
| 100-499 | 76,9 | 17,0 | 32,9 | 15,8 | 5,2 | 1,9 | 9,5 |
| 500 e oltre | 82,2 | 33,2 | 29,4 | 15,9 | 11,4 | 2,7 | 18,8 |
| Totale | 62,6 | 9,1 | 36,0 | 15,1 | 4,1 | 2,3 | 8,1 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

so la percentuale di imprese che hanno indicato le diverse fonti come «molto importanti» o «cruciali» (punteggi 4 e 5).

Nell'industria manifatturiera italiana nel suo complesso le fonti di informazione percepite come le più importanti sono quelle provenienti dall'interno dell'impresa: il 62,6% delle imprese indica i reparti di produzione, progettazione e R&S come «molto importanti» o «cruciali». Al secondo posto, sempre per grado di importanza, vengono i fornitori di attrezzature e materiali.

Abbastanza sorprendente è la scarsa importanza rivestita dalle varie istituzioni e agenzie preposte al trasferimento tecnologico. Questo dato ha delle evidenti e rilevanti implicazioni per la valutazione delle esistenti politiche tecnologiche e dell'innovazione; in particolare, le imprese sembrano attribuire un'importanza del tutto marginale agli interventi pubblici effettuati tramite l'erogazione di servizi, conoscenze, educazione e formazione. Analisi simili condotte in altri paesi, a cominciare dagli Stati Uniti, hanno mostrato che le imprese attribuiscono un ruolo ben più importante alle università e alle altre istituzioni di ricerca pubbliche [Rosenberg e Nelson 1994; Mansfield e Lee 1996].

Il fatto che le università costituiscano un così scarso punto di riferimento per l'innovazione tecnologica delle imprese è certamente significativo. In primo luogo, questo dato conferma la scarsa presenza dell'Italia nelle industrie «basate sulla scienza», quelle che in altri paesi hanno rapporti più intensi, e molto spesso veri e propri legami organici, con i centri di ricerca universitari. In secondo luogo, indica che in alcune circostanze le imprese italiane tendono forse a sottovalutare il potenziale scientifico e tecnologico delle università e degli enti pubblici di ricerca; non è superfluo sottolineare al riguardo che la maggior parte dei ricercatori occupati nell'industria manifatturiera hanno infatti ricevuto la propria formazione presso le università pubbliche. Infine, il dato denuncia l'ancora scarsa propensione delle università ad attivare una attiva collaborazione con il mondo produttivo.

Come atteso, le università rivestono un ruolo più significativo per le grandi imprese rispetto a alle PMI (le imprese che hanno indicato «molto rilevante» o «cruciale» tale fonte è pari all'11,4% delle grandi imprese e solo del 3,4% delle piccole imprese). Più bilanciato invece il ruolo delle istituzioni per il trasferimento tecnologico,

molte delle quali sono sorte proprio con l'obiettivo di favorire l'acquisizione di informazioni e la diffusione delle innovazioni alle piccole imprese.

Piccole e grandi imprese differiscono principalmente nell'importanza attribuita alle fonti interne all'impresa (reparti di produzione, progettazione, R&S, marketing, ecc.), all'università e ai brevetti. A tutti e tre questi canali di informazione le piccole imprese attribuiscono (in media) una minore importanza rispetto alla grande impresa. Le piccole imprese attribuiscono di contro un ruolo molto importante, come canali informativi per l'innovazione tecnologica, ai fornitori di attrezzature e materiali. Questi risultati confermano quindi quanto emerso dalle indagini e analisi svolte in Italia e in altri paesi sulle fonti tecnologiche utilizzate dalle grandi e piccole imprese, e in particolare la maggiore autosufficienza della grande impresa nel processo di generazione e acquisizione delle conoscenze tecnologiche [Pavitt 1984; von Hippel 1988; Archibugi *et al.* 1988].

I risultati circa l'importanza relativa delle diverse fonti di informazione e le principali differenze inter-dimensionali riscontrate a livello dell'industria manifatturiera italiana nel suo insieme vengono confermati (in larga misura) anche all'interno dei quattro raggruppamenti settoriali utilizzati in questo lavoro (tabella 19). In tutti e quattro i macro-settori alla Pavitt le piccole imprese dipendono infatti in misura minore, rispetto alle grandi imprese, dall'acquisizione di informazioni da fonti interne, mentre le fonti esterne più rilevanti sono rappresentate dai fornitori di attrezzature e componenti. In altre parole, i legami tra produttori e utilizzatori di attrezzature e componenti rappresentano in tutti i settori il più importante canale attraverso il quale le PMI acquisiscono conoscenze tecnologiche. La grande impresa mostra invece in tutti i settori una maggiore autosufficienza riguardo l'acquisizione delle informazioni rilevanti per l'innovazione tecnologica. Da notare, infine, come anche nei settori *science based* le università e gli altri centri di ricerca pubblici costituiscano una fonte di informazione rilevante per una quota piuttosto ridotta di imprese. Solo il 14,5% delle imprese in questi settori considera l'università come un'importante fonte di informazione sulle tecnologie, e ancora più bassa è la percentuale relativa alle PMI (13,1%). Anche questi dati forniscono spunti di riflessione interessanti per la valutazione dell'efficacia delle attuali politiche

Tabella 19. *Importanza delle fonti di informazione dell'innovazione tecnologica nei macrosettori alla Pavitt. Percentuali delle imprese che hanno indicato la fonte «molto rilevante» o «cruciale».*

| Classi di addetti nei raggruppamenti settoriali alla Pavitt | Interne all'azienda di tecnologia | Altre imprese del gruppo | Fornitori di attrezzature | Società di consulenza | Università | Istituzioni di trasferimento tecnologico | Brevetti |
|---|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|--|----------|
| <i>Science based</i> | | | | | | | |
| 20-99 | 76,1 | 9,0 | 21,1 | 15,8 | 13,1 | 3,1 | 11,2 |
| 100-499 | 85,5 | 26,1 | 23,9 | 16,0 | 13,8 | 2,2 | 13,1 |
| 500 e oltre | 91,5 | 36,6 | 15,5 | 19,7 | 22,5 | 4,2 | 22,5 |
| Totale | 80,6 | 17,1 | 21,1 | 16,4 | 14,5 | 3,0 | 13,2 |
| <i>Scale intensive</i> | | | | | | | |
| 20-99 | 54,5 | 5,5 | 41,5 | 13,7 | 2,7 | 2,2 | 6,1 |
| 100-499 | 76,3 | 20,1 | 36,7 | 14,1 | 4,1 | 2,2 | 10,1 |
| 500 e oltre | 78,3 | 39,5 | 31,6 | 15,8 | 7,2 | 2,0 | 23,0 |
| Totale | 60,5 | 10,6 | 39,9 | 13,9 | 3,3 | 2,2 | 8,0 |
| <i>Specialized suppliers</i> | | | | | | | |
| 20-99 | 66,2 | 7,2 | 25,2 | 15,1 | 3,8 | 1,9 | 9,9 |
| 100-499 | 84,7 | 17,9 | 21,9 | 15,1 | 6,6 | 1,6 | 14,0 |
| 500 e oltre | 89,2 | 37,9 | 25,7 | 10,8 | 9,5 | 2,7 | 16,2 |
| Totale | 71,5 | 11,1 | 24,4 | 14,9 | 4,7 | 1,9 | 11,2 |
| <i>Supplier dominated</i> | | | | | | | |
| 20-99 | 52,2 | 3,5 | 42,5 | 15,3 | 2,2 | 2,6 | 5,6 |
| 100-499 | 70,1 | 11,2 | 39,1 | 17,9 | 3,2 | 1,8 | 5,2 |
| 500 e oltre | 75,0 | 13,8 | 41,2 | 17,5 | 11,2 | 2,5 | 10,0 |
| Totale | 56,2 | 5,3 | 41,8 | 15,9 | 2,6 | 2,4 | 5,6 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

tecnologiche e dell'innovazione, che saranno ripresi nelle conclusioni di questo lavoro.¹⁸

Dalla lettura congiunta di questi dati sembra infine di poter dire che le PMI italiane non operano nell'ambito di veri e propri «sistemi di innovazione». Un'ampia letteratura in questi ultimi anni ha sottolineato come i sistemi di innovazione (nazionali, regionali o locali) si caratterizzano infatti per l'esistenza di una articolata rete di relazioni tra le imprese e i diversi soggetti istituzionali coinvolti nel processo di generazione e diffusione delle conoscenze tecnologiche [Lundvall 1992; Nelson 1993; OECD 1997a, Archibugi *et al.* 1999]. I risultati presentati in questo lavoro configurano invece un modello di interazione delle PMI italiane con l'ambiente circostante ristretto ai legami verticali tra produttori e utilizzatori di attrezzature e componenti.

2.4.5. Obiettivi perseguiti dalle PMI con l'introduzione dell'innovazione tecnologica

La tabella 20 consente infine di guardare all'importanza attribuita dalle imprese di diversa dimensione ad una gamma di possibili obiettivi perseguiti con l'introduzione dell'innovazione tecnologica. Anche in questo caso, il grado di importanza delle diverse strategie di impresa è stata misurata dalla percentuale di imprese che hanno valutato gli obiettivi riportati nella tabella come «molto importanti» o «cruciali».

«Migliorare la qualità di prodotto», «ridurre i costi di produzione» e «aumentare o mantenere la quota di mercato» sono gli obiettivi a cui le imprese innovatrici censite dall'indagine attribuiscono maggiore importanza. Con riferimento a questi obiettivi non si riscontrano differenze significative tra le imprese appartenenti a classi dimensionali diverse. La grande impresa, invece, attribuisce più importanza della piccola impresa alla «sostituzione degli attuali prodotti sul mercato» e alla «creazione di nuovi mercati all'estero», in particolare con riferimento al mercato statunitense.¹⁹

¹⁸ Utilizzando i dati dell'indagine Istat-CNR, Pianta e Sirilli [1997] hanno sottolineato lo scarso impatto delle politiche tecnologiche e dell'innovazione sulle prestazioni innovative delle imprese che hanno partecipato all'indagine.

¹⁹ L'obiettivo «creare nuovi mercati in Giappone» non è stato riportato vista la ri-

Tabella 20. *Importanza degli obiettivi dell'attività innovativa. Percentuali delle imprese che hanno indicato l'obiettivo «molto rilevante» o «cruciale».*

| Classe di addetti | Sostituire gli attuali prodotti sul mercato | Aumentare o mantenere la quota di mercato | Creare nuovi mercati | Creare nuovi mercati in Italia | Creare nuovi mercati nei paesi UE | Creare nuovi mercati negli USA | Ridurre costi di produzione | Migliorare la qualità del prodotto |
|-------------------|---|---|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 20-99 | 25,2 | 79,7 | 73,7 | 52,5 | 49,9 | 19,3 | 84,4 | 85,5 |
| 100-499 | 36,6 | 84,3 | 73,2 | 48,2 | 55,9 | 25,0 | 86,3 | 88,2 |
| 500 e oltre | 43,5 | 89,6 | 71,1 | 47,8 | 52,2 | 26,8 | 87,8 | 89,1 |
| Totale | 28,5 | 81,2 | 73,4 | 51,4 | 51,2 | 20,9 | 85,0 | 86,2 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

Un'analisi all'interno dei settori Pavitt (tabella 21), oltre a confermare molte delle regolarità evidenziate sopra a livello aggregato, mostra differenze interessanti tra piccola e grande impresa nell'importanza attribuita ad alcuni degli obiettivi delle attività innovative. In particolare:

– La creazione di nuovi mercati emerge come un obiettivo più importante per la piccola impresa rispetto alla grande impresa nei settori *supplier dominated*. Questo dato sottolinea l'importanza che l'innovazione tecnologica gioca nelle strategie delle PMI che operano nei settori definiti «tradizionali», dove, con tutta probabilità, l'innovazione tecnologica di prodotto e di processo viene utilizzata per spostarsi su segmenti a maggior valore aggiunto, al riparo dalla concorrenza dei paesi di nuova industrializzazione.

– Nei settori *specialised suppliers* e *supplier dominated*, vale a dire quelli dove si concentra la piccola e media impresa, la creazione di nuovi mercati nei paesi dell'Unione Europea è più importante per le PMI che per le grandi imprese. Il contrario si riscontra invece nei settori *scale intensive*, dove la grande impresa attribuisce a tale obiettivo un'importanza maggiore della piccola impresa. Sembrano quindi configurarsi due diverse strategie all'internazionalizzazione guidate dall'innovazione tecnologica: una che caratterizza le PMI, e rivolta al mercato europeo, e una che caratterizza la grande impresa, che utilizza l'innovazione come fattore strategico per operare su mercati globali.²⁰

– È in particolare nei settori *science based* e *scale intensive* dove la grande impresa attribuisce una maggiore importanza della piccola impresa all'obiettivo di «creare nuovi mercati negli USA». Questi sono infatti i settori dominati dalla grande dimensione produttiva, caratterizzati da mercati oligopolistici su scala internazionale. Non sembrano invece esserci differenze tra grandi e piccole e imprese negli altri due macro-settori, quelli *specialised suppliers* e

dotta quota di imprese che hanno reputato tale obiettivo come importante, a testimonianza dell'ancora scarsa rilevanza che il mercato asiatico, e Giapponese in particolare, ha per l'industria manifatturiera italiana.

²⁰ Per un'analisi teorica e empirica della relazione tra innovazione e internazionalizzazione, con un approfondimento del caso italiano, si veda Archibugi e Imperatori [1997] e, in particolare, il contributo di Archibugi, Ceccagnoli e Palma.

Tabella 21. *Importanza degli obiettivi dell'attività innovativa nei macrosettori alla Pavitt. Percentuali delle imprese che hanno indicato l'obiettivo «molto rilevante» o «cruciale».*

| Classi di addetti nei raggruppamenti settoriali alla Pavitt | Sostituire gli attuali prodotti sul mercato | Aumentare o mantenere la quota di mercato | Creare nuovi mercati | Creare nuovi mercati in Italia | Creare nuovi mercati in paesi UE | Creare nuovi mercati in USA | Ridurre costi di produzione | Migliorare la qualità del prodotto |
|---|---|---|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| <i>Science based</i> | | | | | | | | |
| 20-99 | 46,9 | 83,5 | 80,7 | 56,5 | 59,0 | 24,2 | 81,7 | 83,9 |
| 100-499 | 46,4 | 88,4 | 76,8 | 53,6 | 57,2 | 30,4 | 79,7 | 84,8 |
| 500 e oltre | 59,2 | 95,8 | 76,1 | 54,9 | 56,3 | 33,8 | 87,3 | 88,8 |
| Totale | 48,4 | 86,4 | 79,1 | 55,6 | 58,2 | 27,1 | 81,9 | 84,8 |
| <i>Scale intensive</i> | | | | | | | | |
| 20-99 | 19,6 | 78,5 | 68,3 | 52,5 | 42,0 | 12,2 | 82,4 | 85,2 |
| 100-499 | 34,0 | 84,9 | 70,4 | 49,7 | 51,5 | 16,5 | 87,8 | 90,1 |
| 500 e oltre | 41,4 | 87,5 | 68,4 | 50,0 | 55,9 | 25,0 | 87,5 | 90,1 |
| Totale | 24,0 | 80,4 | 68,7 | 51,8 | 44,8 | 13,9 | 83,8 | 86,5 |
| <i>Specialized suppliers</i> | | | | | | | | |
| 20-99 | 34,1 | 84,0 | 83,1 | 53,2 | 64,6 | 30,8 | 83,7 | 88,3 |
| 100-499 | 48,5 | 85,2 | 81,3 | 48,8 | 63,6 | 38,3 | 86,8 | 89,7 |
| 500 e oltre | 55,4 | 94,6 | 81,1 | 39,2 | 59,4 | 32,4 | 89,2 | 90,6 |
| Totale | 38,4 | 84,8 | 82,6 | 51,6 | 64,1 | 32,6 | 84,7 | 88,7 |
| <i>Supplier dominated</i> | | | | | | | | |
| 20-99 | 21,9 | 78,0 | 71,9 | 51,6 | 47,1 | 18,2 | 86,7 | 84,4 |
| 100-499 | 28,4 | 82,0 | 69,3 | 45,2 | 54,3 | 22,1 | 86,2 | 86,3 |
| 500 e oltre | 22,5 | 83,7 | 62,5 | 45,0 | 35,0 | 18,7 | 87,5 | 86,3 |
| Totale | 23,1 | 78,9 | 71,2 | 50,3 | 48,1 | 18,9 | 86,6 | 84,8 |

Fonte: Elaborazione su dati Istat, 1995.

supplier dominated, dove, come abbiamo visto, le piccole imprese sembrano essere più inclini ad espandere la loro sfera d'azione nel mercato europeo.

3. Sintesi dei risultati

3.1. Considerazioni complessive

Questo lavoro ha tentato di quantificare e qualificare il contributo delle piccole e medie imprese nel sistema innovativo italiano, utilizzando i dati forniti dalla recente indagine Istat-CNR sull'innovazione tecnologica nell'industria manifatturiera italiana. Qui di seguito vengono sintetizzati i principali risultati del lavoro:

– Solo una quota piuttosto ridotta delle PMI in Italia ha introdotto innovazioni tecnologiche nel periodo 1990-1992. Questo risultato si presta a diverse interpretazioni: da un lato potrebbe indicare il fatto che le piccole imprese, al contrario delle grandi, svolgono attività innovative in maniera occasionale, e che un arco temporale di tre anni, quale quello coperto dall'indagine, non sia sufficiente per catturare il fenomeno innovativo tra le PMI; lo stesso dato potrebbe tuttavia indicare che l'innovazione tecnologica non riveste in realtà un ruolo centrale nelle strategie delle PMI italiane e che l'innovazione non sia stata dunque alla base della vitalità e le buone prestazioni economiche mostrate dalle PMI italiane in questi ultimi anni. Se le PMI hanno avuto successo, la ragione va così principalmente ricercata in fattori competitivi non tecnologici.

– Una nutrita letteratura ha sostenuto in questi ultimi anni che le PMI rappresentano la spina dorsale dell'industria italiana e anche del suo sistema innovativo. I dati dell'indagine mostrano che il peso relativo delle PMI nel sistema innovativo italiano, misurato con diversi indicatori tecnologici, risulta comunque inferiore a quello rivestito dalle imprese di grande e media dimensione. Le imprese con meno di 100 addetti svolgono poco più di un settimo delle attività innovative totali dell'industria manifatturiera italiana, poco più di un quindicesimo delle attività di R&S, e meno di un settimo dell'intero fatturato dell'industria manifatturiera italiana interessato da processi innovativi. In particolare, del tutto margina-

le è il contributo delle PMI nei settori a più elevata intensità innovativa.²¹

– Ciò detto, occorre tuttavia sottolineare che le PMI che innovano, pur rappresentando una minoranza dell'universo delle PMI italiane, non mostrano prestazioni innovative sostanzialmente inferiori a quelle delle grandi imprese. Per quanto esse siano svantaggiate in termini di risorse destinate alla R&S, esse non lo sono qualora si prendano in considerazione indicatori tecnologici più comprensivi, come quello dei costi totali sostenuti per le attività innovative e quello della quantità e qualità dell'output innovativo. Le piccole e grandi imprese non sembrano differire significativamente neanche nella tipologia delle innovazioni introdotte (prodotto/processo) e negli obiettivi con esse perseguiti. Questi aspetti del processo innovativo sembrano infatti determinati (in larga misura) dal settore industriale e dal regime tecnologico in cui le imprese operano.

– Piccole e grandi imprese differiscono invece nettamente nella tipologia delle attività innovative svolte, e ciò indipendentemente dal settore preso in considerazione. Le PMI concentrano le proprie attività verso l'acquisizione di tecnologie incorporate mentre le grandi imprese mostrano una più chiara vocazione verso attività di generazione e sviluppo di nuove conoscenze (R&S). La mancanza di attività di R&S nelle PMI è in alcuni casi (e tuttavia solo parzialmente) compensata dalla presenza di attività meno formalizzate come attività di progettazione e ingegnerizzazione di nuovi processi e prodotti.

– PMI e grandi imprese differiscono anche nell'orizzonte geografico dei loro processi di internazionalizzazione legati all'innovazione tecnologica. Mentre le grandi imprese fanno ricorso alla tecnologia per difendere e ampliare le loro quote di mercato sul mercato mondiale, le piccole imprese sono maggiormente orientate al mercato italiano ed europeo.

– Infine, le imprese manifatturiere italiane, e in particolare le PMI, non sembrano operare all'interno di sistemi innovativi integrati sia di tipo locale che nazionale. In particolare, assai ridotte sembrano le forme di cooperazione tra imprese, le interazioni tra le

²¹ Occorre sottolineare di nuovo che la nostra analisi non ha tuttavia preso in considerazione le imprese con meno di 20 addetti, non coperte dall'indagine Istat-CNR.

imprese e le istituzioni pubbliche coinvolte nelle attività di ricerca, la disseminazione di nuove conoscenze e il trasferimento tecnologico. Non sembrano in altri termini sussistere nella maggior parte del tessuto produttivo delle PMI sinergie ed esternalità positive nel processo di generazione, diffusione e utilizzo delle conoscenze, fattori questi ultimi, necessari a far sì che le PMI si spostino verso strategie competitive basate sulla tecnologia e l'innovazione.

3.2. *Alcune implicazioni*

Un'analisi delle opportunità e dei vincoli legati alla crescita delle PMI, e del contributo che queste possono dare al sistema innovativo italiano non è certo agevole. Essa richiede comunque di leggere i risultati sintetizzati sopra nell'ambito della più generale evoluzione della struttura industriale italiana di questi ultimi anni.

I dati mostrati in questo lavoro suggeriscono che l'indebolimento, o non rafforzamento, del potenziale tecnologico dell'industria italiana negli anni '90 [Guerrieri e Pianta 1998; ENEA 1998] non è indipendente dall'acuirsi della crisi della grande impresa e dalla forte crescita del tessuto delle piccole e medie imprese.²² Abbiamo infatti mostrato in questo lavoro che una parte considerevole del potenziale innovativo e tecnologico dell'industria italiana è a tutt'oggi ancora concentrata nella grande dimensione produttiva.

Gli interrogativi che vengono sollevati da questa semplice constatazione, e quelli più ricchi di implicazioni per la politica industriale e tecnologica, possono essere quindi così sintetizzati: le PMI possono crescere, ed eventualmente sostituirsi alla grande dimensione senza indebolire il potenziale tecnologico del sistema innovativo italiano? Una risposta generale a tale domanda non avrebbe ovviamente senso; si può tuttavia tentare di dare una risposta più circostanziata individuando:

- quali siano gli ambiti possibili di sviluppo delle PMI compatibili con l'avanzamento del sistema innovativo italiano;
- quali siano i comparti produttivi e tecnologici in cui tale sviluppo può essere più agevole;

²² Una tesi simile è stata avanzata anche da Tether con riferimento al caso del Regno Unito [Tether 1998].

- quali siano le forme di organizzazione industriale da auspicare;
- in che misura lo sviluppo delle PMI debba essere concepito come *sostitutivo* delle imprese più grandi o possa invece rappresentare un allargamento della base produttiva del paese.

L'individuazione di efficaci politiche tecnologiche e dell'innovazione a favore delle PMI deve necessariamente scaturire da una analisi in grado di rispondere a questi quesiti.

I dati empirici mostrati in questo lavoro non consentono di fornire delle indicazioni univoche al riguardo. Essi confermano tuttavia che esistono sicuramente degli imperativi tecnologici, organizzativi e di mercato che impediscono alla piccola dimensione di prendere la guida nei settori a più elevate opportunità tecnologiche. In larga misura, la piccola impresa continua a crescere nei settori a lei più congeniali, che non sono quelli a più elevata intensità innovativa. Tuttavia, la nostra analisi ha anche mostrato come esistano nell'ambito di questi ultimi nicchie di mercato e comparti tecnologici dove la piccola impresa è capace di trovare una sua collocazione, crescere ed essere competitiva sui mercati internazionali, specie in ambito europeo.

L'individuazione di politiche industriali e tecnologiche a favore delle PMI richiede una analisi molto più approfondita, rispetto a quella fatta in questo lavoro, circa le opportunità e vincoli finanziari, organizzativi e tecnologici delle PMI. L'indicazione che emerge dal nostro lavoro è che tale analisi dovrà individuare i singoli comparti ad elevato valore aggiunto dove la piccola impresa, e le PMI italiane in particolare, hanno dei vantaggi competitivi specifici e potenzialità di sviluppo.

In particolare, risulta che le PMI non hanno ancora trovato i canali idonei per finanziare i propri progetti innovativi. L'efficacia delle politiche innovative è spesso stata posta in discussione [Antonelli e Pennacchi 1989], giungendo alla conclusione che gli strumenti finanziari disponibili sono spesso ritagliati sulle esigenze delle grandi piuttosto che delle piccole imprese. I dati qui commentati hanno anche mostrato come le PMI abbiano notevoli difficoltà di accesso alle istituzioni pubbliche, a cominciare dalle università. Si tratta allora di individuare nuovi canali che possano essere più appropriati per queste imprese [si veda il saggio di Cesaroni e Gambardella a pag. 237].

Il ruolo delle piccole e medie imprese nel sistema innovativo italiano

Appendice. Raggruppamenti settoriali ricavati dalla tassonomia di Pavitt.

| Tipologie dei settori alla Pavitt | Lista dei settori inclusi |
|--|--|
| <i>Science based</i> (basati sulla scienza) | Prodotti farmaceutici Macchine per ufficio Componenti elettronici e apparecchi per le telecomunicazioni Strumenti di precisione Prodotti aeronautici e spaziali |
| <i>Scale intensive</i> (ad elevate economie di scala) | Estrazione e fabbricazione di prodotti energetici Estrazione di minerali metalliferi e non metalliferi Carta, stampa ed editoria Prodotti chimici Gomma e plastica Metalli, leghe, e stampaggio metalli Fabbricazione di armi Fabbricazione di autoveicoli e loro componenti Fabbricazione di motocicli e biciclette |
| <i>Specialised suppliers</i> (ad offerta specializzata) | Fabbricazione di macchine ed apparecchiature meccaniche Fabbricazione di macchine e materiale elettrico Costruzione e riparazione di navi Costruzione di locomotive ed altro materiale ferroviario Fabbricazione di altri mezzi di trasporto |
| <i>Supplier dominated</i> (settori tradizionali dominati dai fornitori) | Industrie alimentari Industrie del tabacco Industrie tessili Abbigliamento Pelli e cuoio Industria del legno Fabbricazione di materiali per l'edilizia Altre industrie manifatturiere |

Le relazioni università-industria in Italia*
Luigi Orsenigo e Emanuela Cancogni

Introduzione

La discussione sul ruolo che l'università può e dovrebbe avere nel promuovere e sostenere il progresso tecnologico è diventata negli ultimi anni particolarmente intensa, in Italia come in altri paesi ed il tema si è imposto anche nel dibattito politico in relazione a problemi molto specifici e concreti.

In diversi paesi, la discussione è stata generata dal dibattito politico sulla desiderabilità o meno di particolari iniziative legislative di riforma dell'università, spesso legate a politiche di riduzione della spesa pubblica e di ricerca di maggiore efficienza (soprattutto nel caso inglese nell'era Thatcher). In altri casi, tipicamente negli Stati Uniti, il dibattito è stato stimolato dagli autonomi mutamenti che hanno avuto luogo nel ruolo e nelle forme di coinvolgimento delle università in attività più vicine di quanto normalmente fosse (o si credesse) allo sfruttamento economico dei risultati della ricerca accademica. In altri casi ancora (in Italia e in altri paesi dell'Europa continentale), invece, all'origine della riflessione e del dibattito si ritrova la percezione che l'università non abbia svolto un ruolo soddisfacente nella promozione del progresso tecnologico, e che quindi sia necessario modificare la direzione della

* Gli autori desiderano ringraziare il dott. Criscuolo e la dott.ssa Giacomelli del MURST per la gentile ed efficiente collaborazione prestata nell'analisi dei Programmi nazionali di ricerca; Giuseppe Di Stefano per l'assistenza alla gestione e analisi del questionario postale alle università italiane promosso ed organizzato dalla Fondazione Giovanni Agnelli.

ricerca accademica verso progetti che abbiano una natura più applicata e comunque sia più direttamente a contatto con le attività industriali (o che comunque abbiano un rendimento economico più visibile e ravvicinato nel tempo) e favorire al tempo stesso il manifestarsi di un atteggiamento maggiormente «imprenditoriale» delle istituzioni di ricerca.

In ogni caso, si tratta di una discussione molto articolata. Sotto il titolo generale «rapporti università-industria», si ritrova in effetti una molteplicità di questioni, spesso sovrapposte tra loro. Anche dal punto di vista della strumentazione concettuale, l'analisi è intrinsecamente difficile. In economia, negli ultimi anni si sta sviluppando una vera e propria subdisciplina, la *new economics of science*, che sta fornendo contributi fondamentali alla comprensione di tali questioni. L'evidenza empirica però è ancora tutto sommato scarsa e comunque frammentaria, molto spesso fondata su *case studies*. La disponibilità e l'utilizzo di dati di brevetto e bibliometrici ha costituito un enorme passo avanti da questo punto di vista. Ma per molti altri aspetti, il reperimento di dati ed informazioni è quasi sempre molto problematico e spesso richiede la rilevazione *ad hoc* o come minimo la costruzione di *database* specifici.

In Italia, l'evidenza empirica è particolarmente limitata e la discussione appare – a volte – confusa. In particolare, per anticipare una delle tesi fondamentali di questo lavoro, nel dibattito italiano sembra essere dominante – forse inconsapevolmente – un modello interpretativo delle relazioni università-industria molto intuitivo ed influente, ma che è stato dimostrato essere largamente insufficiente: cioè, qualche versione di ciò che è noto nella letteratura come il modello lineare del processo di innovazione tecnologica.

Questo lavoro ha l'obiettivo di tentare di mettere un minimo di ordine nella riflessione e di fornire frammenti di evidenza empirica che possano essere utili per analisi più complete e sistematiche in futuro. L'attenzione sarà concentrata sulle relazioni università-industria per quanto riguarda la ricerca, mentre solo qualche accenno sarà dedicato al problema della formazione. Inoltre, su queste basi, il lavoro propone una congettura sulle ragioni delle difficoltà nelle relazioni università-industria nel caso italiano. Tale congettura è fondata a sua volta su un modello diverso del processo di innovazione che pone al centro dell'attenzione le comple-

mentarietà ed il fabbisogno di integrazione dei diversi processi cognitivi ed organizzativi in cui si articola il processo di innovazione. In estrema sintesi, la tesi di questo lavoro è che le insufficienze osservabili in questi rapporti dipendano dall'interazione di un insieme di fattori, che però possono essere riassunti e concettualizzati nella nozione di «debolezza delle competenze organizzative ed integrative» sia delle università che delle imprese, in quanto organizzazioni.

Si cercherà anche di suggerire come il problema italiano sia per alcuni versi un problema comune (in forme diverse) a diversi paesi dell'Europa continentale, contrapposto al caso americano e in parte inglese, le cui origini si devono ricercare nella lunga storia dello sviluppo delle università da un lato e della ricerca industriale dall'altro. In particolare, avizzeremo la congettura che nell'Europa continentale non si sia compiutamente realizzata la cosiddetta «prima rivoluzione accademica», cioè l'integrazione tra insegnamento e ricerca. Ciò ha avuto numerose conseguenze che hanno direttamente ed indirettamente indebolito l'intensità delle relazioni tra università ed industria. In particolare, la mancata (o comunque ritardata) trasformazione delle strutture organizzative delle università ha comportato sia una minore capacità di produrre ricerca scientifica ad alto livello, sia fenomeni di «segregazione» della ricerca di base dalle istituzioni universitarie da un lato, dalle imprese dall'altro.

Il lavoro è organizzato come segue: il capitolo 1 presenta brevemente l'evoluzione del dibattito; il capitolo 2 discute per linee essenziali i problemi e gli apparati concettuali rilevanti per l'analisi; il capitolo 3 presenta l'evidenza empirica, utilizzando fonti differenziate: dati CRUI sui finanziamenti della ricerca universitaria, i primi risultati di un questionario appositamente preparato dalla Fondazione Giovanni Agnelli sull'organizzazione delle relazioni industria-università, dati Confindustria sulle convenzioni tra università e associazioni industriali, dati di brevetto, analisi di alcuni Programmi nazionali di ricerca del MURST. Il capitolo 4 sintetizza e discute i risultati ottenuti e propone una congettura sulle possibili interpretazioni dei risultati. Nelle conclusioni si riassumono i principali risultati e si presentano alcune prime implicazioni di *policy*.

1. Il ruolo delle università nei confronti dell'innovazione industriale: evoluzione del dibattito

L'interesse dell'analisi economica per le università come soggetti economici, in particolare come agenti importanti dei processi di innovazione tecnologica, è un fenomeno tutto sommato piuttosto recente. Il rinnovato interesse per il loro ruolo trae origine da diversi fattori.

In primo luogo, da una maggiore consapevolezza del ruolo della conoscenza – in generale – come motore dello sviluppo economico e della competitività di imprese e paesi. Alla vecchia tradizione schumpeteriana si è affiancata la nuova teoria della crescita endogena [Romer 1990] nel sottolineare il ruolo fondamentale svolto dalla produzione e dalla diffusione di conoscenza: oggi è diventato quasi una banalità affermare che scienza e tecnologia sono e saranno sempre più alla radice dello sviluppo economico.

A partire da questa constatazione si è anche sviluppata una maggiore consapevolezza che le università svolgono una funzione importante nel processo di produzione e diffusione della conoscenza ed è quindi maturato un crescente interesse per lo studio del ruolo che esse in effetti hanno e delle modalità attraverso cui tale ruolo viene esercitato. In particolare, ciò sembra essere stato stimolato dall'osservazione di casi in cui la conoscenza generata dall'università ha dato luogo direttamente o comunque è stata cruciale per l'emergere di importanti innovazioni o addirittura di nuovi settori industriali. I casi della microelettronica e delle biotecnologie, da questo punto di vista, hanno naturalmente fortemente contribuito ad indirizzare l'attenzione degli studiosi sulle università¹.

L'analisi di questi fenomeni ha inoltre portato ad individuare altri aspetti eclatanti, soprattutto nel caso degli USA. In primo luogo, si è osservato che le università in quanto istituzioni e ricercatori accademici in quanto individui sembrano stabilire relazioni molto più

¹ Il fenomeno non è certamente nuovo. Solo per citare l'esempio forse più noto, il ruolo della ricerca universitaria nel favorire lo sviluppo dell'industria chimica tedesca alla fine del secolo scorso è stato evidenziato da molti anni [Beer 1959]. Ma, più recentemente diversi studi hanno dimostrato l'importanza che la ricerca universitaria ha avuto per determinare l'emergere e il vantaggio americano in diversi settori industriali [Mowery e Nelson 1998].

intense, stabili e frequenti rispetto al passato con l'industria: la collaborazione con la ricerca svolta dalla comunità accademica appare essere diventata una componente sistematica delle attività di ricerca e sviluppo delle imprese in molti settori industriali.

In secondo luogo, si è osservato che negli Stati Uniti le università tendono ad assumere un ruolo sempre più diretto ed aggressivo nello sfruttamento economico della conoscenza da loro prodotta e che un numero crescente di esse ha svolto un ruolo centrale nell'originare nascita di nuove imprese e crescita economica locale, a partire dal caso ormai leggendario di Stanford e della Silicon Valley. Si è così diffusa la nozione che le università possano essere soggetti fondamentali per lo sviluppo economico locale e nazionale, fino a diventare oggetto e componente essenziale delle politiche industriali e di sviluppo di regioni ed aree locali negli USA ed in Europa [Etzkowitz 1994b].

Questi sviluppi hanno dato luogo ad un intenso e a volte aspro dibattito, non solo intellettuale, ma anche politico. Il crescente coinvolgimento delle istituzioni accademiche e dei ricercatori universitari in attività economiche non è stato unanimemente giudicato un fenomeno positivo, ma una tendenza potenzialmente molto dannosa verso l'asservimento della ricerca agli interessi dell'industria. In particolare, l'attribuzione di diritti di proprietà intellettuale sempre più stringenti a risultati di ricerca che in precedenza erano di pubblico dominio è considerata da molti osservatori una minaccia grave alla missione ed alla integrità dei ricercatori universitari e soprattutto un ostacolo alla crescita della conoscenza.

Per molti aspetti, queste tendenze e questo dibattito sono una caratteristica limitata agli Stati Uniti. In Europa (e in Giappone), in effetti, la situazione appare essere molto diversa. In Europa il fenomeno del crescente coinvolgimento delle università in attività economiche non solo appare essere molto più circoscritto che negli USA, ma al contrario sembra prevalere l'idea che esso sia eccessivamente limitato e che le università non riescano a svolgere un ruolo adeguato nella promozione di innovazione e sviluppo economico. Sin dalla fine degli anni '70 si è largamente diffusa la concezione che il mondo accademico non prestasse sufficiente attenzione alle esigenze dell'industria: sia perché la ricerca svolta era considerata essere troppo sbilanciata verso la ricerca pura a scapito di quella applicata, sia perché comunque le università non erano adeguate-

mente impegnate nel valorizzare dal punto di vista commerciale le proprie scoperte². In alcuni casi, tra cui certamente l'Italia e la Germania, appare addirittura piuttosto diffusa (anche se mai sistematicamente verificata) la percezione che la collaborazione tra università ed industria fosse relativamente più sviluppata in periodi precedenti, soprattutto nel caso dei politecnici ed in alcune specifiche discipline, come la chimica in Germania o in generale la ricerca clinica. Tuttavia, a partire all'incirca dagli anni '60, con lo sviluppo dell'istruzione universitaria di massa, l'avvento delle rivoluzioni scientifico-tecnologiche legate alla microelettronica e alla biologia molecolare (sviluppatasi soprattutto negli Stati Uniti) e la crisi dei settori tradizionalmente più legati ai politecnici, tali relazioni si sarebbero fortemente indebolite. Sia pure con enormi differenze tra paesi in termini di interpretazione e soprattutto di realizzazioni concrete, la concezione che le università debbano diventare più autonome, imprenditoriali ed integrate con l'industria appare essere certamente la dottrina prevalente anche in Europa, a partire dallo scorso decennio.

Analogamente, l'idea che le università possano essere utilizzate come strumento di politica economica per l'innovazione e lo sviluppo anche e soprattutto a livello locale sembra essere stata accettata ed adottata in Europa forse anche più facilmente che negli Stati Uniti. Ciò ha portato ad intraprendere numerosi tentativi, molto eterogenei tra loro per tipologia e dimensione, per cercare di favorire una più stretta integrazione tra ricerca accademica e ricerca industriale. Tuttavia, l'effettiva diffusione di tali esperienze e soprattutto il loro grado di successo non sembra essere assolutamente comparabile con il caso americano.

² Questo approccio fu particolarmente influente nel Regno Unito, soprattutto nell'era Thatcher. La constatazione che alcune importanti scoperte scientifiche inglesi non erano state brevettate, permettendo a imprese straniere di utilizzarle prime delle imprese inglesi originò un'aspra discussione in Gran Bretagna nei primi anni '80: il caso degli anticorpi monoclonali rilanciò in effetti una polemica che era presente da molto tempo ma non aveva avuto l'estensione e la rilevanza politica raggiunta negli anni '80. Contemporaneamente, il drastico taglio dei fondi pubblici alla ricerca universitaria e la ristrutturazione compiuta dai governi della signora Thatcher furono anche suggeriti dalla percezione di una inadeguata capacità della ricerca scientifica e della organizzazione istituzionale delle università di incidere significativamente sulla crescita industriale ed economica.

In Italia, questa discussione è stata resa ancora più complessa dalla considerazione di (almeno) tre caratteristiche tipiche del nostro paese: la percezione della profonda inefficienza del sistema universitario italiano anche a livello della formazione e non solo della ricerca, la complessiva debolezza di tutto il sistema nazionale dell'innovazione (compreso e in primo luogo il sistema industriale), la dominanza nella nostra struttura industriale della piccola impresa a bassa intensità di ricerca. Ciò ha condotto a porre un'enfasi particolare sul ruolo delle università come motore di sviluppo economico locale e ha stimolato la creazione di numerose istituzioni di trasferimento di tecnologia per le piccole e medie imprese.

2. Le modalità, i canali e le funzioni: modelli di interazione tra università, scienza, industria e tecnologia

Il rinnovato interesse per il ruolo economico delle università ha cominciato a stimolare la ricerca su questi problemi, sia dal punto di vista empirico che da quello teorico. Tuttavia, nonostante una forte crescita della letteratura e la pubblicazione di questi contributi pionieristici, non molto si conosce ancora sull'impatto che le università esercitano sulla ricerca, sulla produttività e sulla crescita, sia dal punto di vista della valutazione quantitativa che della comprensione concettuale dei diversi canali e delle modalità attraverso cui tale impatto si esercita.

In effetti, la ricerca ha evidenziato come le relazioni tra università e industria appaiono essere molto differenziate ed articolate, in diversi paesi, settori e tecnologie, diverse università e tipi di imprese. Inoltre, tali relazioni sono profondamente cambiate nel tempo. Allo scopo di inquadrare la discussione, può essere utile riassumere brevemente tali funzioni.

2.1. La formazione

Tradizionalmente, il primo ruolo svolto dall'università nei confronti dell'industria è consistito nella formazione di quadri tecnici e dirigenziali. È difficile sottovalutare l'importanza di questa funzio-

ne. Vi è ormai una evidenza empirica ampia e robusta che dimostra la relazione tra l'estensione e la qualità della preparazione universitaria, la competitività e la capacità innovativa delle imprese dei settori e dei paesi. Il ruolo svolto dalle facoltà di chimica in Germania nello stimolare e sostenere la crescita dell'industria chimica alla fine del secolo scorso (e viceversa, il mancato stabilirsi di analoghe istituzioni e competenze nel caso inglese) costituisce un esempio famoso a questo riguardo. L'importanza di questa funzione è stata poi ancora rivalutata attraverso lo studio delle esperienze di paesi come il Giappone e i «nuovi paesi industrializzati», che hanno dimostrato come la formazione – soprattutto quella di natura tecnico-ingegneristica e quella legata all'informatica – sia stato uno degli ingredienti essenziali della crescita industriale e tecnologica di quei paesi.

2.2. Assistenza tecnica e ricerca applicata

Una seconda tradizionale funzione svolta dalle università a favore dell'industria consiste nell'assistenza tecnica e nello svolgimento di ricerca applicata in stretto collegamento con le imprese.

Questo tipo di attività è stato negli Stati Uniti fino alla seconda guerra mondiale largamente prevalente e ancora oggi costituisce un'attività preponderante in facoltà come ingegneria, chimica, medicina e *computer sciences*. In molti casi, questo tipo di ricerca è direttamente connesso alle esigenze dell'industria locale. Tradizionalmente, questa funzione si è sviluppata molto meno in Europa, più orientata a ciò che oggi sarebbe definita ricerca pura, con la significativa eccezione dei politecnici e – in parte – delle facoltà di medicina e di chimica.

In effetti, a differenza dell'Europa, l'università nacque negli Stati Uniti essenzialmente in risposta alle esigenze pratiche di singole comunità e si caratterizzò immediatamente per il forte contenuto «vocazionale» rispetto ai paesi europei. Successivamente, alla fine del secolo scorso, la nascita e l'istituzionalizzazione a livello accademico di discipline come l'ingegneria e le scienze applicate costituì sia in America che in Europa una significativa trasformazione nella natura delle università. Questi sviluppi regolarono e portarono al centro delle attività accademiche programmi di insegnamento e ricerca a favore dell'industria che in precedenza erano svolti occa-

sionalmente e *ad hoc*. La crescita di queste discipline fu indotta dalla crescente domanda di ingegneri e scienziati da parte dell'industria e a sua volta rese possibile un'ulteriore crescita della domanda e lo sviluppo dei laboratori di ricerca industriale nel settore chimico, delle macchine elettriche e successivamente in tutta l'industria. Si svilupparono così relazioni stabili e sistematiche tra comunità di professionisti con formazione accademica e le università [Rosenberg e Nelson 1994; Galambos e Sewell 1996]. Con il tempo, la ricerca svolta dalle università in queste discipline divenne più generale e «generica» e meno strettamente legata all'industria locale, ma mantenne sempre un forte contenuto «applicato». La nascita e lo sviluppo delle *computer sciences* a livello accademico riproduce, in tempi più recenti, queste stesse tendenze.

2.3. *Le università come produttrici di conoscenza scientifica*

Una terza funzione delle università consiste nella produzione di conoscenza scientifica e di opportunità di innovazione per l'industria. Non vi è dubbio che tale funzione abbia assunto un ruolo sempre più importante nel tempo, in particolare nel secondo dopoguerra. L'enorme aumento della spesa pubblica per la ricerca, soprattutto concentrato nel campo della ricerca biomedica e nella ricerca rilevante per le applicazioni militari ma certamente non limitato a questi settori, contribuì a spostare la ricerca verso ciò che oggi viene comunemente ed imperfettamente definita ricerca di base. Questo spostamento fu particolarmente importante nel caso degli Stati Uniti, dove la ricerca «scientifica» accademica era certamente meno sviluppata rispetto all'Europa. In breve, le università americane si affermarono come leader assolute nella produzione di conoscenza scientifica in moltissime discipline.

A partire da questa impostazione, diversi studi hanno analizzato il ruolo della scienza come fonte di opportunità di innovazioni tecnologiche. È stato ipotizzato inoltre che la scienza sia diventata nel tempo una fonte crescente di progresso tecnico. Ciò potrebbe contribuire a spiegare il crescente coinvolgimento delle università nei processi di innovazione tecnologica: nel corso di questo secolo e con maggiore evidenza negli ultimi decenni, la tecnologia e la scienza si sarebbero talmente avvicinate da conferire alla conoscen-

za scientifica un valore economico maggiore e più immediato, in quanto la scienza sarebbe diventata un input sempre più importante e in grado di essere trasformata in innovazione tecnologica molto rapidamente e a costi minori.

Che la scienza sia una componente fondamentale dell'avanzamento tecnologico e che nel corso di questo secolo essa sia diventata sempre di più un'importante fonte di opportunità di innovazione sembra essere una proposizione largamente condivisa. Tuttavia, l'evidenza empirica a sostegno di questa tesi è frammentaria e non del tutto conclusiva [Adams 1990; Mansfield 1991; Jaffee 1989; Acs, Audretsch e Feldman 1992]. Alcuni di questi lavori mostrano come in effetti la ricerca scientifica universitaria abbia svolto un ruolo assolutamente cruciale nello sviluppo di particolari prodotti e settori industriali, soprattutto per quanto riguarda le tecnologie dell'informazione e la biologia.

I risultati più sistematici nell'esame della rilevanza della ricerca accademica per la ricerca industriale sono stati ottenuti dalla Yale Survey, condotta negli Stati Uniti negli anni '80. Le risposte delle imprese al questionario sottoposto loro dal gruppo di ricerca mostrano che la ricerca accademica è considerata direttamente rilevante per l'attività innovativa solo in un numero relativamente piccolo di settori: quelli legati all'agricoltura e alla chimica-farmaceutica da un lato, all'elettronica e agli strumenti di precisione dall'altro³. Analogamente, appaiono profondamente diversi il ruolo di diverse scienze e le modalità con cui esse influenzano l'attività innovativa delle imprese. Ad esempio, discipline scientifiche come la matematica, la fisica e l'ingegneria tendono ad avere un'importanza – anche e soprattutto indiretta – per un ampio numero di settori industriali, mentre per la biologia – al contrario – l'impatto pratico della ricerca accademica tende ad essere più immediato ma più concentrato in uno spettro ristretto di industrie. Allo stesso modo, i canali di trasmissione sono differenti tra discipline scientifiche e settori.

In generale, l'evidenza sembra confermare che la scienza generata dalle università sia in effetti una componente fondamentale dei

³ Risultati molto simili sono stati ottenuti in una indagine per molti versi simile condotta in Europa recentemente, la cosiddetta PACE Survey, i cui risultati non sono stati ancora completamente pubblicati.

processi di innovazione tecnologica, soprattutto come strumento che aumenta la capacità di risolvere problemi tecnologici complessi. Tuttavia, questa stessa evidenza suggerisce al tempo stesso che quantificare tale rilevanza appare estremamente difficile; che un ruolo diretto della conoscenza scientifica è riscontrabile solo in alcune tecnologie e settori industriali; che esistono *lag* significativi, sia in termini di tempo che di spazio nell'impatto della scienza sull'innovazione. Viceversa, la ricerca accademica risulta avere un'importanza significativa per la soluzione di problemi tecnologici delle imprese attraverso una molteplicità di altri canali [Klevorick *et al.* 1995; Sequeira e Martin 1996; Pavitt 1996]:

- strumenti e tecniche di programmazione ingegneristica, incluse la creazione di modelli e la simulazione, oltre alla previsione teorica;
- strumentazione (si pensi ad esempio all'invenzione del tubo catodico e, più recentemente, alle tecniche di *gene sequencing*);
- conoscenza di sfondo: i ricercatori industriali spesso non sono interessati al contenuto delle pubblicazioni scientifiche, ma all'esperienza ed alla conoscenza tacita che gli autori dimostrano di avere;
- appartenenza a *network* professionali nazionali ed internazionali: scienziati ed ingegneri apportano, nell'attività di soluzione di problemi tecnologici, la «conoscenza di conoscenza», cioè sanno di poter ricorrere agli *skills* di altri colleghi per specifici problemi.

2.4. *Le università come fonti di sviluppo economico e seedbed di nuova imprenditorialità*

Come si è già osservato, il ruolo delle università come agenti diretti di innovazione e di sviluppo economico costituisce un fenomeno molto recente e, ancora una volta, essenzialmente americano. Esso rappresenta una significativa novità nella storia delle istituzioni accademiche, tanto da rappresentare, secondo alcuni studiosi [Etzkowitz 1994b], una nuova rivoluzione nella struttura e nelle funzioni delle istituzioni accademiche.

Negli Stati Uniti, nel 1980 i finanziamenti industriali costituivano il 3,9% del finanziamento totale della ricerca universitaria. Nel 1995, tale percentuale era salita a circa l'8%. Un recente studio di Cohen, Florida e Goe [1994] stima che nel 1990 circa il 15% della

ricerca universitaria fosse intrapreso sotto gli auspici di centri di ricerca collaborativi università-industria. Secondo lo stesso studio, questi centri rappresentano oggi la maggioranza del finanziamento industriale alla ricerca universitaria. Inoltre, negli Stati Uniti, i ricavi delle università derivanti da brevetti e licenze sono cresciuti a ritmi estremamente sostenuti a partire dalla prima metà degli anni '80. Nel 1984, solo 408 brevetti erano stati concessi negli Stati Uniti. Nel 1994, tale numero era cresciuto a 1486. Moltissime università americane hanno provveduto a stabilire strutture organizzative che promuovano, regolino e governino i rapporti con l'industria e lo sfruttamento economico della ricerca. Secondo la AUTM (Association of University Technology Managers) il numero di università con uffici per il trasferimento e la licenza di tecnologia è cresciuto da 25 nel 1980 a 200 nel 1990. I ricavi da licenze delle università aderenti alla AUTM è cresciuto da 183 milioni di dollari a 318 milioni soltanto nel periodo 1991-1994. Più o meno simultaneamente, si è assistito ad una vera e propria esplosione nelle attività di ricercatori universitari come imprenditori, fondatori di nuove imprese o comunque soggetti attivi nella commercializzazione delle loro scoperte.

Lo studio sistematico delle origini, delle motivazioni e degli effetti di questo fenomeno è appena agli inizi. Può essere sufficiente ricordare brevemente in questa sede che diversi fattori sono stati indicati come possibili determinanti dello sviluppo di questa nuova funzione.

In primo luogo, l'emergenza di domini scientifici nuovi che hanno avuto un impatto immediato e diretto sull'innovazione industriale, soprattutto le tecnologie dell'informazione e la biologia. Esse possono essere considerate, da questa prospettiva, il risultato più visibile dell'enorme crescita del finanziamento pubblico alla ricerca nel dopoguerra. L'affermarsi di queste nuove discipline ha fortemente stimolato la tendenza alla commercializzazione della ricerca accademica e le relazioni con l'industria.

In secondo luogo, l'introduzione di un quadro normativo generalmente molto favorevole allo sfruttamento commerciale della ricerca accademica: l'approvazione del Bayh-Dole Act nel 1980 costituisce da questo punto di vista uno spartiacque. Esso – in sostanza – amplia notevolmente le possibilità e gli incentivi per lo sfruttamento commerciale della ricerca finanziata con fondi pubblici da

parte delle università. A ciò si aggiunge la rapida diffusione di un atteggiamento molto favorevole alla concessione di diritti di proprietà intellettuale molto «ampi» sulle scoperte scientifiche [Mowery 1997; Merges e Nelson 1994; Mazzoleni e Nelson 1998]⁴. Inoltre, il cambiamento strutturale nelle attività di ricerca e sviluppo delle industrie statunitensi, che ha portato in molti casi le imprese a ridurre il loro sostegno ad attività di R&S interne a lungo termine, ha accresciuto l'interesse delle imprese stesse ad utilizzare a questi fini la ricerca accademica.

In terzo luogo, secondo alcuni [Etzkowitz 1994b], questa espansione rifletterebbe anche l'emergere di un nuovo tipo di politica industriale «implicita» a livello locale. Gli Stati e le amministrazioni locali avrebbero consapevolmente promosso ed utilizzato la ricerca accademica come strumento per favorire lo sviluppo economico, sia in aree di declino industriale (come nel caso quasi leggendario di Pittsburgh) che in aree tradizionalmente meno industrializzate (Colorado, Utah, ecc.), in stretta interazione con l'imprenditorialità locale.

In ogni caso, lo sviluppo della funzione «imprenditoriale» delle università ha implicato profonde trasformazioni organizzative, sia all'interno delle istituzioni accademiche che delle imprese, come già accennato in precedenza. Inoltre, è stato reso possibile dall'esistenza di altri fattori economici ed istituzionali (in primo luogo, il *venture capital*) che hanno permesso e favorito la creazione di *spin-off* universitari con l'obiettivo esplicito di sfruttare commercialmente le scoperte scientifiche.

È importante osservare, inoltre, che lo sviluppo di questa funzione è intimamente legato a caratteristiche specifiche del sistema ac-

⁴ Negli Stati Uniti si sta sviluppando una intensa discussione sul ruolo svolto dal Bayh-Dole Act sulla ricerca accademica e sulle relazioni università-industria. Vale la pena ricordare qui che alcuni studi tendono a ridimensionare in qualche misura l'importanza di questo provvedimento, mostrando che in effetti l'incremento della tendenza alla «privatizzazione» della ricerca accademica inizia a manifestarsi prima dell'approvazione della legge. Inoltre, all'aumento dei brevetti richiesti dalle università avrebbe corrisposto una forte diminuzione della qualità dei brevetti stessi. Infine, sono stati avanzati notevoli perplessità, sia teoriche che empiriche, sull'effettivo beneficio sociale derivante da queste tendenze [Mowery 1997; Mazzoleni e Nelson 1998].

cademico americano, maturate nel corso di quasi due secoli. Ad esempio, forme di interazione «imprenditoriali» tra università e imprese molto simili a quelle che si osservano oggi erano state sviluppate al MIT e a Harvard già negli anni '20 [Etzkowitz 1994a]. Come si è già avuto modo di osservare, questo fenomeno sembra essere infatti largamente confinato al caso americano e, in parte, al caso inglese. Al contrario, in Europa continentale ed in Giappone, si osservano grosse difficoltà nello sviluppo di questa funzione, nonostante il sostegno pubblico.

2.5. Il ruolo delle università nei sistemi nazionali

L'analisi e la valutazione del ruolo delle università nei confronti dell'industria sono resi ulteriormente più complessi dall'osservazione che le funzioni discusse in precedenza non sono svolte unicamente dalle università e che comunque il peso relativo di tali funzioni varia drasticamente tra i diversi paesi.

In primo luogo, le università non sono l'unica istituzione che genera conoscenza scientifica. In tutti i paesi, accanto alle istituzioni accademiche esistono altri organismi di ricerca, creati e sviluppati per motivazioni radicalmente differenti e caratterizzati da missioni e strutture organizzative altrettanto differenziate.

Negli Stati Uniti, ad esempio, i laboratori nazionali di ricerca hanno svolto un ruolo fondamentale nello sviluppo di scienza e tecnologia, soprattutto in connessione alla ricerca di interesse militare. Il sistema dei National Institutes of Health ha rappresentato non solo la fonte di finanziamento fondamentale per la ricerca biomedica, ma anche un'importantissima fonte diretta di ricerca. In Europa, soprattutto in Francia e in Germania, i centri pubblici di ricerca non universitari svolgono una funzione certamente superiore a quella delle università dal punto di vista della ricerca. In effetti, queste istituzioni sono state create spesso con l'obiettivo specifico di rimuovere la ricerca dai sistemi accademici, concentrando e focalizzando risorse ed obiettivi su discipline e temi specifici, non solo nel tentativo di coordinare e razionalizzare la ricerca, ma anche nella percezione che la ricerca fosse sacrificata ed inefficiente quando localizzata nelle università, in relazione alle pressioni derivanti dall'insegnamento e da altre attività più legate alla professione [Clark 1995].

2.6. Dal modello lineare al modello integrativo

Tradizionalmente, il rapporto università-industria è stato concettualizzato sulla base di due tipi di distinzioni fondamentali: la distinzione tra scienza e tecnologia da un lato⁵ e quella tra conoscenza pubblica e conoscenza privata. Secondo un'interpretazione estrema e qui eccessivamente semplificata, l'università si caratterizza come istituzione a cui è delegata la produzione di conoscenza scientifica, di natura fondamentale, codificata e pubblica, mentre l'industria è specializzata nella generazione di nuova tecnologia, conoscenza orientata alla soluzione pratica di specifici problemi, in larga misura tacita e privatamente appropriabile.

Parallelamente, la concettualizzazione delle modalità attraverso le quali le università influiscono sulle attività di ricerca industriale è stata essenzialmente fondata su qualche versione del cosiddetto modello lineare del processo innovativo. Semplificando al massimo di nuovo, il modello lineare interpreta il processo innovativo nelle imprese come un'attività in serie che procede dalla ricerca fondamentale alla ricerca applicata, al design, alla produzione ed infine alla commercializzazione del prodotto. Secondo questa interpretazione, dunque, le università – in quanto produttrici di conoscenza scientifica di base – si situano al vertice del processo, fornendo conoscenze che vengono man mano elaborate e trasformate negli stadi successivi dalle imprese. Nel corso di questo processo, muta la natura della conoscenza (da scienza a tecnologia, da pubblica a privata) e mutano le motivazioni degli agenti coinvolti (dalla ricerca «disinteressata» della comprensione della realtà alla ricerca del profitto).

In effetti, è ormai ampiamente noto che queste distinzioni, soprattutto nelle loro versioni più estreme, non colgono adeguatamente, la complessità delle relazioni tra i diversi tipi di conoscenza e la natura del processo innovativo⁶. Negli ultimi anni, tuttavia, diversi

⁵ A queste due distinzioni, si sovrappone anche quella tra ricerca di base (alternativamente definita anche pura o fondamentale) e ricerca applicata.

⁶ Certamente, ad esempio, la scienza è spesso orientata alla soluzione di problemi specifici e non sempre le due attività sono facilmente distinguibili. In molti casi, è stata l'industria a generare ricerca scientifica, fornendo problemi, strumentazione e – in una prospettiva istituzionale – contribuendo a creare nuove discipline all'interno delle università.

contributi hanno notevolmente affinato la nostra comprensione del fenomeno.

Vi sono due questioni, correlate ma distinte, da considerare a questo proposito. In primo luogo, occorre chiedersi se la conoscenza prodotta dalle università sia diversa – sotto qualche aspetto rilevante – dalla conoscenza prodotta da altre istituzioni: tipicamente le imprese. In secondo luogo, occorre chiedersi in che modo la conoscenza prodotta dalle università sia rilevante per le imprese e, più in generale per l'economia.

Per quanto riguarda il primo problema, la conoscenza generata dalle università è considerata fondamentalmente conoscenza scientifica. Come è noto, la scienza si caratterizza per il possedere alcune caratteristiche che la rendono un bene molto particolare dal punto di vista economico. In particolare, la scienza, in quanto informazione, o meglio conoscenza codificata ed astratta [Arora e Gambardella 1994] si caratterizza come un bene pubblico, perché gode delle proprietà di non rivalità nel consumo e di non escludibilità: una volta resa pubblica, la conoscenza scientifica può essere utilizzata indefinitamente a costo zero da chiunque senza precludere la possibilità ad altri di averne accesso [Arrow 1962; Nelson 1959; Dasgupta e David 1994c]⁷.

Questa caratteristica della scienza definisce anche la divisione istituzionale del lavoro tra università ed imprese. Infatti, le università si qualificano proprio per il fatto di produrre conoscenza pubblica, mentre le imprese per produrre conoscenza privata, cioè appropriabile privatamente, non facilmente imitabile [Dasgupta e David 1994]. Questa separazione ha dato luogo a meccanismi diversi di incentivo alla produzione di conoscenza: la priorità nel caso della scienza, il profitto nel caso della conoscenza (privata) generata dalle imprese. Si tratta di capire allora la relazione esistente tra le due forme di conoscenza e le diverse forme istituzionali a cui è assegnato il compito di produrle. La nuova economia della scienza sottolinea a questo proposito l'efficienza sociale della coesistenza di mec-

⁷ Si noti inoltre che, a differenza di altri beni pubblici, non solo lo stock di conoscenza non diminuisce con l'uso, ma al contrario spesso viene incrementato. Da questo punto di vista, la conoscenza scientifica è anche caratterizzata da rendimenti crescenti.

canismi istituzionali diversi per la creazione di conoscenza [Dasgupta e David 1994c]. Dati i «fallimenti del mercato» e la divergenza tra rendimenti pubblici e privati connessi alla produzione di conoscenza, la divisione del lavoro tra università ed industria permetterebbe di ottenere un compromesso sufficientemente efficiente tra l'esigenza di produrre nuova conoscenza e quella di renderla disponibile a tutta la società.

La distinzione tra conoscenza pubblica (scienza generata dalle università) e privata (conoscenza tacita generata dalle imprese) si sovrappone – ma non coincide totalmente – ad un'altra distinzione che si ritrova frequentemente nella letteratura e nella discussione quotidiana: cioè la distinzione tra scienza e tecnologia o tra «ricerca pura o di base» da un lato e ricerca applicata e sviluppo dall'altro. Secondo questa impostazione, le università sarebbero specializzate nella produzione di scienza, cioè conoscenza che non è immediatamente traducibile in nuovi prodotti e processi, ma è mirata alla comprensione di determinati fenomeni. Viceversa, le imprese industriali sarebbero specializzate nella produzione di tecnologia, conoscenza diretta immediatamente all'utilizzo pratico («basta che funzioni»). Anche in questo caso, occorre comprendere in che modo la scienza interagisca con la tecnologia, cioè come la scienza (le università) possano favorire lo sviluppo di nuove tecnologie e quindi di nuovi prodotti e processi.

In generale, la relazione tra scienza e innovazione tecnologica consiste, da questo punto di vista, nella potenzialità della prima di generare nuove opportunità di scoperta per la seconda. Semplificando al massimo, la concettualizzazione dei rapporti tra scienza e tecnologia largamente prevalente e recentemente arricchita da nuovi importanti contributi [Arora e Gambardella 1994] considera la scienza come un input nella creazione di tecnologia. La scienza può essere considerata di nuovo come informazione o conoscenza codificata ed astratta, il cui utilizzo incrementa la produttività del processo di ricerca tecnologico che conduce alla formulazione di nuovi prodotti e processi. La scienza cioè fornisce la comprensione di alcuni fenomeni; ciò consente alle imprese al minimo di eliminare alcune opzioni nel processo di ricerca (perché dimostrate false) e al massimo di individuare le vie più promettenti per arrivare alla scoperta. Tecnicamente, il processo di scoperta è concettualizzato co-

me un processo di ricerca (*search*) consistente nella estrazione di eventi da urne differenti, ciascuna delle quali ha diverse probabilità di contenere la «scoperta». La scienza da questo punto di vista fornisce informazione che consente di rendere l'insieme informativo a disposizione degli agenti più «fine»; cioè fornisce informazione sulle distribuzioni di probabilità delle diverse urne. Con questa informazione aggiuntiva, gli agenti (i ricercatori) sono in grado di restringere lo spazio della loro ricerca, rendendola più efficiente. In altri termini quindi, la scienza permette di incrementare la produttività del processo di ricerca.

Secondo questa prospettiva, dunque, in alcuni casi, la conoscenza scientifica può fornire quasi direttamente nuove opportunità di innovazione. In altri, più frequentemente, le università producono conoscenza (pubblica) che viene resa disponibile alle imprese, le quali la utilizzano per rendere più efficienti le proprie attività di ricerca e sviluppo.

L'evidenza empirica discussa in precedenza suggerisce tuttavia che questa stilizzazione teorica debba essere sostanzialmente arricchita per rendere conto dei fenomeni osservati. In primo luogo, l'evidenza sembra indebolire la capacità euristica del modello lineare.

Già da tempo, in effetti, la validità del modello lineare è stata posta in discussione come rappresentazione generale del processo innovativo. Ad esempio, Kline e Rosenberg [1986] hanno suggerito come tale processo possa essere meglio interpretato come un processo integrato, dove diverse funzioni, frammenti di conoscenza, individui ed organizzazioni interagiscono con continuità tra loro. Il cosiddetto *chain-linked model*, ad esempio, descrive il processo innovativo come un insieme di attività in parallelo, piuttosto che in serie, con densi *feedbacks* ed interazioni tra le diverse attività ad ogni «stadio» del processo. Più in generale, si sta sviluppando una interpretazione che pone al centro dell'attenzione non tanto o non solo i meccanismi di trasferimento e scambio delle conoscenze, ma i processi di integrazione delle conoscenze. Questa interpretazione, in stretta relazione con gli sviluppi delle scienze cognitive, cerca di descrivere i processi di apprendimento come processi «costruttivi», che implicano non solo o non tanto acquisizione di nuova informazione, ma processi di riformulazione dei problemi, costruzione di diverse categorie o modelli mentali per la rappresentazione del pro-

blema, ricombinazione e sviluppo di nuove procedure ed euristiche per la soluzione dei problemi⁸.

Anche nel caso dei rapporti università-industria, in effetti, qualche versione del *chain-linked model* sembra più adeguata a descrivere ed interpretare il fenomeno. Innanzitutto, le diverse funzioni svolte dalle università interessano diversi «stadi» del processo innovativo. Esse non intervengono solo al vertice, fornendo conoscenze di base sviluppate poi dall'industria. Certamente come si è visto, questa funzione appare aver assunto un ruolo crescente dal dopoguerra ad oggi, ma essa certamente non è l'unica, e le altre continuano a svolgere un ruolo rilevante. Le università intervengono anche nelle fasi «intermedie» attraverso attività specifiche di soluzione di problemi tecnici e nelle fasi più «a valle» attraverso l'insegnamento e la formazione.

In secondo luogo, è importante sottolineare che tali funzioni e tali fasi sono strettamente integrate tra loro. Nel tempo, le funzioni svolte dalle università non si sono sostituite le une alle altre, ma si sono arricchite e modificate, sorreggendosi ed integrandosi a vicenda. Evidentemente, la formazione è un elemento cruciale per la capacità delle imprese di valutare ed utilizzare la scienza generata dalle università. Analogamente, tra assistenza tecnica e produzione di conoscenza scientifica esiste un *feedback* essenziale, che va da un lato dal contributo che la scienza dà alle capacità di *problem solving* e dall'altro all'effetto che queste ultime hanno sulla produzione di scienza mediante idee, problemi, strumentazione, ecc. In terzo luogo, le relazioni università-industria coinvolgono ed integrano individui e soggetti economici ed istituzionali diversi. Non solo ricercatori accademici ed industriali, governi nazionali e locali, altre istituzioni di ricerca, ecc. Etzkowitz [1994b] ha persuasivamente argomentato che lo sviluppo recente dei rapporti tra accademia e imprese ha implicato in modo determinante l'attore pubblico, determinando il cosiddetto modello della «tripla elica», dove

⁸ Semplificando, questo filone interpretativo si allontana da una rappresentazione dei processi di apprendimento come processi «razionali» di apprendimento bayesiano, ricollegandosi invece alla tradizione di Herbert Simon e in generale delle scienze cognitive, anche con influenze connessioniste [per una discussione si veda Dosi, Marengo e Fagiolo 1996].

università, imprese e attori pubblici assumono in parte alcune delle funzioni degli altri agenti.

Infine, da questo punto di vista, appare anche non completamente sufficiente per la comprensione delle relazioni università-industria sia l'enfasi – tipica del modello lineare – sullo scambio ed il trasferimento di conoscenze come contenuto essenziale del rapporto, sia la concettualizzazione del ruolo che la conoscenza prodotta dalle università ha sui processi innovativi delle imprese.

Nell'ottica del modello lineare, il problema del rapporto università-industria è essenzialmente impostato come un problema di trasferimento della conoscenza, tanto è vero che questo è il termine correntemente più utilizzato, sia nelle *policies* che nella letteratura. Si tratta quindi di comprendere quali ostacoli vi sono al trasferimento e come possano essere superati.

In effetti, le difficoltà insite nei processi di trasferimento della conoscenza sono ben note ed oggetto di una letteratura ormai sconfinata. Da un lato, la teoria economica ha da tempo esaminato i paradossi ed i conseguenti «fallimenti del mercato» connessi allo scambio di conoscenza, quando questa sia rappresentata come informazione. In tal caso, il problema si presenta in termini di difficoltà di appropriarsi dei benefici economici derivanti dal possesso dell'informazione: ad esempio, il potenziale acquirente non può valutare l'informazione offerta dal venditore senza che quest'ultimo la riveli. Dato che l'informazione è riproducibile indefinitamente a costo zero, ciò rende ovviamente problematica la formazione di mercati dell'informazione stessa e, allo stesso tempo, riduce l'incentivo alla produzione di informazione.

Il problema dell'appropriabilità è all'origine della spiegazione del perché la produzione di conoscenza (in quanto informazione) sia delegata ad istituzioni *non profit* come le università e/o sussidiate dallo Stato. Inoltre, una volta garantita, tramite appropriati incentivi pubblici, la produzione di conoscenza, la sua diffusione e trasferimento ad altri agenti può aver luogo a costi molto bassi.

Questa argomentazione è stata però criticata da diversi punti di vista. In particolare, si è posto in evidenza come la conoscenza sia difficilmente descrivibile come pura informazione. Al contrario, la conoscenza, nonostante forti variazioni a seconda delle basi di conoscenza e dei contesti, ha un carattere intrinsecamente tacito,

specifico e locale. In altri termini, la conoscenza non è totalmente riassumibile in istruzioni codificate, immediatamente accessibili e riproducibili da chiunque. Al contrario, essa non può essere appresa senza un'esposizione più o meno prolungata alla pratica, lo sviluppo di *skills*, competenze e routine idiosincratiche e specifiche per i singoli individui ed organizzazioni e per particolari applicazioni.

In questa prospettiva, il problema del trasferimento della conoscenza viene sostanzialmente rovesciato rispetto all'interpretazione precedente. In prima approssimazione, esso non deriva tanto da un insufficiente grado di appropriabilità e da problemi di incompletezza contrattuale, ma dalla difficoltà intrinseca di trasferire conoscenze specifiche senza il contestuale sviluppo di «linguaggi» comuni, routine organizzative comprese e condivise, partecipazione congiunta degli agenti coinvolti ad attività di «insegnamento, apprendimento, pratica».

In questo ambito, la letteratura ha ormai da tempo evidenziato alcuni dei problemi connessi ai processi di trasferimento delle conoscenze generate dalle università alle imprese. Ad esempio, Cohen e Levinthal [1989] hanno sostenuto che la possibilità di acquisizione ed utilizzo da parte delle imprese delle conoscenze originate dalle università richiede lo sviluppo di adeguate capacità specifiche di assorbimento, a loro volte strettamente connesse allo svolgimento di attività di R&S e di ricerca di base. In altri termini, non solo la conoscenza accademica non è mai sostitutiva, ma strettamente complementare alla ricerca svolta dalle imprese; quest'ultima rappresenta però la precondizione che consente di sviluppare le competenze e relazioni necessarie per monitorare ed utilizzare ciò che viene prodotto dalle università.

Analogamente, Rebecca Henderson [1994] ha evidenziato, nel caso dell'industria farmaceutica, il ruolo svolto dalle cosiddette «capacità integrative», cioè di competenze organizzative specificamente orientate a promuovere l'integrazione tra ricerca universitaria e ricerca industriale. Henderson mostra come il successo relativo delle imprese farmaceutiche americane nell'assorbire ed utilizzare le nuove scoperte della biologia molecolare sia dipeso in modo cruciale dalla adozione di forme e routine organizzative esplicitamente dirette a «fondere» conoscenze diverse, sia da punto di vista della

loro origine istituzionale, che del loro grado di *tacitness* e specificità, che del loro contenuto disciplinare⁹.

In generale, la letteratura recente suggerisce che il meccanismo attraverso cui la conoscenza scientifica influenza la capacità innovativa delle imprese implichi direttamente attività e forme organizzative volte appunto ad apprendere ed integrare le nuove conoscenze in nuove strutture cognitive ed organizzative. Da questo punto di vista, appare più opportuno analizzare l'interazione tra università ed industria come un processo di apprendimento e di produzione congiunta di nuove conoscenza piuttosto che come un processo di scambio.

Inoltre, questi processi di apprendimento appaiono non essere riducibili ai «semplici» modelli di *search*. In sintesi, a differenza di questi ultimi, la disponibilità di nuova conoscenza non consente solo o tanto di incrementare la capacità di risolvere problemi dati e già strutturati in categorie cognitive. L'incorporazione e l'utilizzo della nuova conoscenza implica invece la deformazione dello spazio entro cui hanno luogo i processi di ricerca, con la creazione di nuove forme di strutturazione e decomposizione dei problemi, nuove categorie concettuali, nuove complementarità e forme di divisione del lavoro, nuovi modi di affrontare i problemi. In questa prospettiva, la nozione di capacità integrative assume una importanza particolare, proprio in quanto esse sintetizzano e pongono al centro dell'attenzione le componenti cognitive ed organizzative di questi processi di ristrutturazione dei problemi e la stretta relazione tra aspetti cognitivi ed organizzativi.

⁹ In altri termini, le imprese hanno dovuto adottare pratiche di ricerca che facilitassero l'interazione con scienziati accademici mediante la partecipazione diretta alle attività tipiche di questi ultimi: partecipazione attiva a congressi e conferenze, pubblicazione dei risultati, organizzazione dei laboratori secondo principi più simili a quelli vigenti nelle università, assunzione e promozione di scienziati ai vertici non solo delle attività di R&S ma delle imprese in generale. Analogamente, le capacità integrative si sono formate e manifestate nel design di strutture organizzative multidisciplinari ed orientate a specifiche classi terapeutiche dei laboratori che permettessero cioè una costante interazione tra subdiscipline e tecniche fortemente eterogenee, in modo da favorire lo sfruttamento di economie di scala e soprattutto di scopo e l'efficiente gestione delle nuove forme di complementarità tra attività a diversi «stadi» del processo innovativo (come processi di *drug discovery* e *drug development*) [si vedano anche su questi aspetti, Galambos e Sturchio 1997; Lamoireaux e Galambos 1997; Henderson, Orsenigo e Pisano 1996].

Vale la pena sottolineare a questo punto, come il problema delle capacità integrative sia rilevante non solo per le imprese, ma anche per le università e le altre istituzioni che forniscono la conoscenza. È ampiamente noto che negli Stati Uniti l'esplosione delle iniziative di collaborazione università-industria ha implicato lo sviluppo di attività dedicate alla gestione di questi processi da parte delle università, primi tra tutti i *Centers for technology transfer*. Più in generale, però, la crescita delle interazioni ha generato molteplici nuove forme organizzative volte a gestire le complementarità tra università ed industria, a partire dal livello contrattuale fino ad arrivare a forme complesse come le imprese *spin-off*.

Anche in Europa ed in Italia, notevole attenzione è stata attribuita alla promozione di strutture organizzative che facilitassero l'interazione università-industria. Tuttavia, come già accennato in precedenza, l'estensione e soprattutto l'efficacia di queste esperienze appare non essere certamente comparabile al caso americano. Le possibili ragioni di questo insuccesso saranno discusse più approfonditamente nei paragrafi successivi.

2.7. Ostacoli alle relazioni università-industria: una sintesi

La discussione precedente identifica diversi fattori che possono ostacolare le relazioni tra università ed imprese. Sintetizzando al massimo, è possibile identificare almeno tre diverse categorie di variabili. Esse non sono ovviamente mutuamente esclusive. Da esse però derivano implicazioni di *policy* potenzialmente molto contrastanti.

2.7.1. Qualità della scienza e della tecnologia prodotta dalle università

Un primo gruppo di variabili fa riferimento alle capacità delle università di produrre conoscenza rilevante per i processi di innovazione industriale. In altri termini, la scarsità di relazioni dovrebbe essere imputata al fatto che le università italiane producono ricerca scientifica mediamente di bassa qualità, e come tale irrilevante per le imprese. Una versione parzialmente diversa di questa tesi è che le università conducano ricerca eccessivamente sbilanciata verso la ricerca di base piuttosto che verso la ricerca applicata. In questo caso, interventi diretti a rafforzare le relazioni università-industria do-

vrebbero essere ovviamente finalizzati al rafforzamento delle capacità di ricerca del sistema accademico, sia attraverso maggiori finanziamenti pubblici, sia attraverso trasformazioni profonde nella struttura organizzativa della ricerca (dalla riforma dei meccanismi concorsuali, all'introduzione di meccanismi competitivi di finanziamento basati sulla *performance* scientifica, ecc.).

2.7.2. *Meccanismi di trasferimento: incentivi, strutture per il trasferimento, competenze organizzative*

Un secondo gruppo di variabili fa riferimento a problemi «organizzativi» in senso lato: cioè all'esistenza di ostacoli nel processo di «trasferimento» della conoscenza prodotta dalle università verso l'industria. In particolare è possibile suddividere ulteriormente questa categoria in altre tipologie di spiegazione.

Incentivi. In primo luogo, esiste un problema di incentivi, legato ai fallimenti del mercato connessi al trasferimento di informazione ed ai diversi principi che definiscono l'*ethos* della ricerca accademica e della ricerca industriale. I ricercatori universitari – e le università in quanto istituzioni – non hanno sufficienti stimoli economici alla commercializzazione dei risultati della loro ricerca; anzi, sono vincolati da norme burocratiche che riflettono l'*ethos* tradizionale del ricercatore accademico¹⁰. In questa logica ricadono interventi volti ad incoraggiare lo sfruttamento commerciale della ricerca accademica (brevetti) ed il finanziamento diretto delle imprese alla ricerca universitaria, sia mediante meccanismi «indiretti» ma ad alto potenziale come la riduzione del finanziamento pubblico per costringere le università a rivolgersi al settore privato (la «cura Thatcher»), sia attraverso mec-

¹⁰ È questa, essenzialmente, la logica che ispira la legislazione americana, in primo luogo il Bayh-Dole Act: la conseguenza in termini di *policy* di questa posizione è infatti il riconoscimento dell'esigenza di introdurre maggiore libertà ed incentivi allo sfruttamento della ricerca scientifica finanziata da fondi pubblici, sia direttamente dalle università, sia dalle imprese. Uno dei meccanismi fondamentali in questa direzione è la concessione di diritti di proprietà forti ed ampi. Si noti che la motivazione teorica sottostante alla logica del Bayh-Dole Act consiste nell'introdurre incentivi economici che appunto facilitino la commercializzazione delle scoperte, piuttosto che la produzione di per sé di nuova conoscenza [Mowery 1997; Mazzoleni e Nelson 1998].

canismi diretti mirati alla semplificazione delle procedure burocratiche. In quest'ottica, interventi di questa natura avrebbero anche l'effetto di spostare la ricerca accademica verso domini di maggiore interesse per l'industria: genericamente, verso la ricerca applicata. Si noti che questo effetto può essere considerato come negativo, se a ciò corrisponde una restrizione della circolazione della ricerca scientifica e/o della libertà ed autonomia nella scelta dei campi di ricerca rilevanti.

Strutture di trasferimento. In aggiunta a questi problemi, l'interazione università-industria può incontrare ostacoli quando si riconosca che la conoscenza ha almeno parzialmente una natura tacita, specifica e locale. Ciò è particolarmente rilevante nel caso della funzione di assistenza tecnica che le università svolgono nei confronti delle imprese, soprattutto quelle di piccole dimensioni. Il trasferimento richiede allora la formazione di strutture organizzative che rimedino ai fallimenti del mercato, favorendo l'interazione a livello locale, la comunicazione personale, una maggiore prossimità fisica, cognitiva e sociologica tra ricercatori accademici e industriali. Evidentemente, questo tipo di argomentazione sta alla base della costituzione di istituzioni-ponte, centri di trasferimento, partecipazione a iniziative come i parchi scientifici, che appunto dovrebbero facilitare la «traduzione» della ricerca scientifica in conoscenza rilevante per le imprese.

Competenze organizzative ed integrative. In una accezione concettualmente piuttosto diversa dalla precedenti, l'enfasi viene posta non tanto o non solo sugli incentivi o sulla costituzione di strutture organizzative intermedie finalizzate al trasferimento di conoscenze, ma sull'esigenza di *integrare* forme di conoscenza, interessi e comportamenti differenziati. Ciò è tanto più importante quanto più complesse sono la base conoscitiva e le procedure di ricerca da un lato e la distanza tra conoscenza «accademica» e conoscenza «industriale» dall'altro.

2.7.3. Debolezza della domanda industriale

Un terzo insieme di variabili fa riferimento ad un insufficiente coinvolgimento delle imprese in attività innovative e quindi ad una domanda troppo debole di nuova conoscenza. Questa argomentazione è stata avanzata spesso nel caso inglese, sostenendo l'esistenza di una sproporzione tra l'elevato livello della ricerca accademica e l'in-

teresse e la capacità delle imprese di sfruttarla¹¹. Lo stesso argomento – *mutatis mutandis* – può essere applicato ovviamente nel caso di imprese tipicamente medio-piccole, operanti in settori tradizionali e/o in aree geografiche meno sviluppate. In questo caso, le implicazioni di *policy* sono naturalmente volte ad avvicinare università ed industria e sono destinate all'irrelevanza in assenza di misure prioritariamente indirizzate al rafforzamento delle capacità tecnologiche e delle attività di ricerca a diversi livelli all'interno delle imprese.

3. I rapporti università-industria in Italia: l'evidenza empirica

La percezione di una sostanziale estraneità tra università e industria in Italia è ampiamente diffusa e condivisa, anche se non sono disponibili studi sistematici ed approfonditi, soprattutto in chiave storica e comparata. Risulta quindi molto difficile valutare come siano mutate nel tempo le relazioni tra università ed industria e come la situazione italiana si compari ad altre esperienze europee. L'interpretazione prevalente sembra suggerire che in effetti queste relazioni non siano mai state particolarmente intense e comunque legate alla consulenza individuale, con alcune significative eccezioni come i politecnici di Milano e Torino ed alcune altre esperienze famose, ma rimaste isolate come la collaborazione tra Natta e Montecatini. Inoltre, sembra essere piuttosto diffusa la sensazione che i rapporti università-industria si siano in effetti indeboliti, piuttosto che rafforzati, a partire grosso modo dagli anni '60 e che solo negli ultimi anni si stia faticosamente affermando una tendenza a rinsaldare questi rapporti e a creare forme organizzative più sistematiche ed adeguate.

Inoltre, diverse indagini questionnaire hanno mostrato come le imprese non considerino le università come una fonte significativa di conoscenza per le loro attività di innovazione tecnologica¹². In

¹¹ Per alcuni versi, questo è anche il caso del sistema sovietico della ricerca.

¹² Ad esempio, l'indagine Istat-CNR mostra come università siano al penultimo posto come fonte di conoscenza rilevante per l'innovazione tecnologica per l'industria manifatturiera italiana, superando solo i centri di trasferimento tecnologico. Risultati analoghi sono stati ottenuti da una ricerca CESPRI-università Bocconi limitata al caso della Lombardia.

questo capitolo verranno esaminate fonti diverse di dati per fornire un quadro di riferimento complessivo e per ottenere qualche informazione meno impressionistica.

3.1. *Un quadro di insieme: il finanziamento privato alla ricerca universitaria*

Una fonte di grande importanza è stata recentemente resa disponibile dalla Conferenza dei Rettori delle università italiane [CRUI 1997]. Essa si riferisce per il momento solo all'anno accademico 1994-1995, e quindi non consente analisi di serie storiche. Tuttavia, essa fornisce alcune indicazioni di notevole interesse sul finanziamento privato alla ricerca universitaria.

In primo luogo, la percentuale di entrate per prestazioni in conto terzi è nel complesso pari all'1,7% delle entrate complessive delle università e il peso dei finanziamenti da enti privati è appena l'1% delle entrate complessive. Anche se nessuno di questi indicatori misura in modo preciso il contributo delle imprese industriali alle università (anzi, di certo lo sovrastima ampiamente), l'industria non emerge senz'altro come un interlocutore particolarmente significativo delle istituzioni accademiche.

Concentrando l'attenzione sulla sola attività di ricerca (tabella 1), il peso dei finanziamenti industriali non appare essere affatto irrilevante (secondo questi dati, addirittura superiore al caso americano). La percentuale di entrate per prestazioni in conto terzi è nel complesso pari al 15,9% e all'8,6% dei finanziamenti alla ricerca rispettivamente nelle università statali e nelle università libere. Il peso dei finanziamenti da enti privati è dell'8% e del 16,6% sul totale dei finanziamenti alla ricerca nelle università statali e nelle libere università. Dopo medicina, chimica, agraria e veterinaria sono le aree disciplinari con il maggior numero di contratti e convenzioni. Se questi dati sono però messi in relazione con la «dimensione» delle diverse discipline (in termini di numero di docenti) per ottenere indicatori dell'intensità delle relazioni con l'industria (tabella 2), il quadro cambia sostanzialmente. Gli ammontari di finanziamento risultano piuttosto modesti in valore assoluto. Il peso di medicina viene parzialmente ridimensionato, mentre cresce quello di informatica, agraria e veterinaria. In sostanza, il

Luigi Orsenigo e Emanuela Cancogni

ruolo dei finanziamenti industriali è non sorprendentemente più elevato nelle discipline «applicate» tradizionalmente più strettamente legate all'industria come ingegneria, medicina, informatica e (in misura inferiore) chimica, ma anche in agraria e veterinaria. L'intensità delle relazioni è minore di quanto ci si potesse attendere in biologia e comunque bassa nelle discipline più «di base», oltre che nelle discipline umanistiche.

Tabella 1. *Finanziamenti da enti privati e prestazioni in conto terzi sul totale dei finanziamenti all'attività di ricerca per area scientifico-disciplinare.*

| | Finanziamenti privati | Contributi in c/terzi | Contratti e convenzioni (numero assoluto) |
|--|-----------------------|-----------------------|---|
| Matematica | 0,0103 | 0,0202 | 19 |
| Fisica | 0,0124 | 0,0444 | 51 |
| Chimica | 0,032 | 0,0947 | 317 |
| Scienze della terra, ambiente e territorio | 0,0304 | 0,0845 | 50 |
| Scienze biologiche e biomediche | 0,0493 | 0,0669 | 165 |
| Medicina e chirurgia | 0,0739 | 0,1447 | 816 |
| Agraria e veterinaria | 0,0245 | 0,1268 | 268 |
| Ingegneria civile e architettura | 0,0223 | 0,1487 | 221 |
| Ingegneria industriale | 0,0695 | 0,1782 | 225 |
| Informatica | 0,0322 | 0,1038 | 191 |
| Scienze dell'antichità, filologiche-letterarie, storico-artistiche | 0,0355 | 0,0292 | 36 |
| Storia e filosofia | 0,0099 | 0,0287 | 58 |
| Scienze giuridiche, politiche e sociali | 0,0037 | 0,0259 | 51 |
| Economia e statistica | 0,0556 | 0,0528 | 56 |

Fonte: CRUI, 1997.

I dati CRUI consentono di condurre una prima esplorazione delle relazioni intercorrenti tra finanziamento privato alla ricerca da un lato ed alcune variabili esplicative potenzialmente rilevanti, come alcune caratteristiche specifiche delle università (dimensione, età, localizzazione), la produzione e la produttività scientifica delle uni-

versità stesse, le caratteristiche specifiche delle diverse discipline scientifiche. Considerato che il *dataset* si riferisce ad un solo anno e viste le caratteristiche dei dati disponibili, questo esercizio non può certamente essere considerato come un test di un modello esplicativo delle relazioni tra università ed industria.

Tabella 2. *Finanziamenti da enti privati, prestazioni in conto terzi, contratti e convenzioni per docente per area scientifico-disciplinare.*

| | Finanziamenti privati | Contributi in c/terzi | Contratti e convenzioni |
|--|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Matematica | 0,1351 | 0,2642 | 0,0077 |
| Fisica | 0,3353 | 1,1997 | 0,0251 |
| Chimica | 1,0102 | 2,9871 | 0,1243 |
| Scienze della terra, ambiente e territorio | 1,0071 | 2,7963 | 0,0322 |
| Scienze biologiche e biomediche | 0,8331 | 1,13 | 0,0233 |
| Medicina e chirurgia | 1,6627 | 3,258 | 0,0991 |
| Agraria e veterinaria | 0,9126 | 4,729 | 0,1121 |
| Ingegneria civile e architettura | 0,6068 | 4,0373 | 0,0764 |
| Ingegneria industriale | 2,6036 | 6,6761 | 0,1102 |
| Informatica | 1,3014 | 4,196 | 0,1408 |
| Scienze dell'antichità, filologiche-letterarie, storico-artistiche | 0,3547 | 0,2918 | 0,0073 |
| Storia e filosofia | 0,1022 | 0,297 | 0,0174 |
| Scienze giuridiche, politiche e sociali | 0,0416 | 0,2888 | 0,0122 |
| Economia e statistica | 0,9704 | 0,9213 | 0,0186 |

Fonte: CRUI, 1997.

L'analisi è stata condotta in *cross section* per l'a.a. 1994-1995 per le 14 aree disciplinari in cui sono suddivisi i dati, considerando tutte le università statali, i politecnici e le università libere, per un totale di 459 osservazioni, utilizzando il metodo dei minimi quadrati ordinari e la correzione di White per l'eteroschedasticità.

Le variabili endogene sono l'ammontare complessivo delle prestazioni in conto terzi, dei finanziamenti da enti privati e il numero

di contratti e convenzioni. Le variabili esogene si dividono in quattro gruppi. In primo luogo, sono state considerate due misure dell'output scientifico, cioè il numero di articoli pubblicati su riviste scientifiche rispettivamente italiane (ARTIT) ed estere (ARTEST). In secondo luogo, abbiamo introdotto misure della produttività scientifica delle università nelle singole discipline, misurate dal numero di articoli per docente pubblicati su riviste italiane (PRODIT) ed estere (PRODEST). In terzo luogo, sono stati inseriti nelle regressioni diversi indicatori delle caratteristiche delle università: la dimensione (personale docente nella specifica area disciplinare considerata, PERS), l'anno di fondazione (ANNO) e la localizzazione geografica, misurata da una variabile *dummy* che distingue tra Nord, Centro e Sud. Infine, sono state introdotte variabili *dummy* per le diverse discipline scientifiche.

I risultati sono riportati nella tabella in appendice. Le regressioni per le prestazioni in conto terzi (TERZI) e il numero di contratti e convenzioni (CONV) danno risultati piuttosto simili. Solo gli indicatori del volume dell'output scientifico risultano significative, con segno positivo, ma il numero di pubblicazioni italiane (ARTIT) solo nell'equazione relativa ai contratti e alle convenzioni. Inoltre sono significative alcune variabili *dummy* relative alle discipline scientifiche: medicina, agraria, ingegneria civile e industriale e informatica; inoltre scienze della terra, ambiente e territorio per l'equazione relativa alle prestazioni in conto terzi (TERZI) e chimica nel caso dei contratti e convenzioni (CONV). Nessuna altra variabile risulta significativa.

Diverso è il comportamento della regressione per i finanziamenti da enti privati (PRIV). Anche in questo caso il numero di articoli esteri risulta essere (ARTEST) significativo, con segno positivo, ma anche il numero di articoli in italiano (ARTIT), la produttività scientifica internazionale (PRODEST) e l'età (ANNO) sono significative con segno negativo. Inoltre, le *dummy* che controllano per i settori disciplinari hanno anch'esse un comportamento differente: risultano significative oltre a medicina e a ingegneria industriale, anche biologia ed economia, tutte con segno positivo. Il valore di R^2 infine è inferiore rispetto alle altre equazioni.

Le correlazioni tra le variabili indipendenti non suggeriscono l'esistenza di forte multicollinearità. Tuttavia, sono state sperimentate specificazioni alternative per controllare il comportamento del-

le diverse variabili. L'esclusione rispettivamente della *proxy* per la dimensione dell'università (PERS) e delle misure di produttività scientifica (PRODIT e PRODEST) non modificano sostanzialmente i risultati delle regressioni in nessuna delle tre equazioni, e per motivi di brevità i risultati non vengono qui riportati. Solo nel caso dei finanziamenti da enti privati, la *dummy* per la localizzazione al Sud (DS) diventa significativa con segno negativo, mentre il numero di articoli italiani perde la propria significatività quando le misure di produttività vengono escluse.

L'esclusione delle misure dell'output scientifico produce risultati più interessanti. In tutti i casi la *goodness of fit* delle regressioni cala drasticamente. Per le equazioni relative alle prestazioni in conto terzi (TERZI) ed ai contratti e convenzioni (CONV) diventano significative con segno positivo la dimensione dell'università (PERS) e la produttività scientifica all'estero (PRODEST), e con segno negativo l'età (ANNO). Non si osservano modificazioni apprezzabili per quanto riguarda le *dummy* relative ai settori disciplinari: acquista significatività la *dummy* per economia e statistica, mentre perde significatività la *dummy* per scienze della terra, ambiente e territorio nell'equazione per le prestazioni in conto terzi (TERZI). Per quanto riguarda la regressione relativa ai finanziamenti da enti privati solo l'età (ANNO) e le stesse *dummy* per il settore disciplinare restano significative.

In sostanza, questi risultati suggeriscono che le variabili di gran lunga più significative sono il numero di pubblicazioni all'estero ed il settore disciplinare, mentre la produttività scientifica e le caratteristiche specifiche delle università non svolgono un ruolo rilevante: soltanto l'anno di fondazione risulta avere potere esplicativo nell'equazione per i finanziamenti da enti privati, mentre la produttività scientifica e la dimensione acquistano significatività solo quando vengano escluse le misure di output scientifico. Va infine sottolineato come l'equazione per i finanziamenti da enti privati dia risultati parzialmente diversi rispetto alle prestazioni in conto terzi ed ai contratti e convenzioni: in questo caso, la produttività scientifica ha addirittura segno negativo e anche le *dummy* relative al settore disciplinare si comportano diversamente.

In conclusione, questi risultati, con tutte le dovute cautele, indicano che la capacità delle università di attrarre finanziamenti dall'indu-

stria per la ricerca dipenda essenzialmente dalla loro capacità di produzione scientifica a livello internazionale. Questo è un risultato interessante, perché suggerisce che in parte la scarsità dei rapporti dipende dalla bassa *performance* scientifica delle università stesse. A sua volta, ciò potrebbe non essere indipendente dalla scarsità (in termini assoluti) di finanziamenti pubblici alla ricerca, anche in considerazione del peso non irrilevante del finanziamento privato osservato in precedenza. D'altro lato, le relazioni università-industria non dipendono in modo sistematico dalla produttività scientifica. Ciò suggerisce a sua volta l'esistenza di soglie critiche nella relazione tra finanziamenti industriali e ricerca accademica: in altri termini, gruppi di ricerca eccellenti, ma troppo «piccoli» per essere in grado di generare volumi di produzione scientifica sufficientemente elevati in valore assoluto non sono in grado di stabilire relazioni significative esterne al mondo accademico. Inoltre, l'assenza di relazioni significative tra interazione con l'industria e le caratteristiche specifiche delle singole università – in primi luogo, la dimensione – suggerisce che tale interazione è piuttosto casuale e non sistematicamente organizzata: la capacità di interagire con l'industria appare essere legata all'esistenza di gruppi di ricerca particolarmente prolifici, distribuiti però in modo casuale ed indifferenziato tra le varie istituzioni accademiche.

Non sorprendentemente, infine, la relazione tra industria e ricerca universitaria varia sistematicamente tra settori disciplinari. Di nuovo, i risultati confermano che i finanziamenti tendono a concentrarsi in alcune aree, soprattutto ingegneria, informatica e medicina. Vale la pena anche osservare che biologia, insieme ad economia e statistica, assume un ruolo significativo solo per quanto riguarda i finanziamenti da enti privati. Ciò conferma la rilevanza di queste discipline nei rapporti università-industria, ma anche un insufficiente sviluppo di tali relazioni, anche in funzione di una inadeguata capacità di produzione scientifica di alto livello su larga scala.

3.2. Forme di interazione tra industria e università e strutture organizzative

Allo scopo di analizzare le modalità organizzative delle relazioni università-industria, la Fondazione Giovanni Agnelli ha predisposto un breve questionario (accluso in appendice 1) inviato a tutte le 57

università italiane (tabella 3)¹³. Hanno risposto al questionario 45 università, per una tasso di risposta pari al 78,9%.

La prima domanda chiedeva se l'università dispone di un ufficio appositamente dedicato alla gestione delle convenzioni/contratti di ricerca con le imprese. Le risposte positive sono state 27, pari al 60% delle risposte, con una forte concentrazione nelle università del Nord e in quelle di grandi dimensioni (tabella 4). La costituzione di tali uffici è relativamente recente e risale alla seconda metà degli anni '80 o agli inizi degli anni '90 (tabella 5).

Tabella 3. *Composizione del campione.*

| | | | | | |
|-----------|----|--------|---------|----|--------|
| Nord | 19 | 86,36% | Grandi | 10 | 100% |
| Centro | 14 | 73,68% | Medie | 7 | 63,63% |
| Sud-Isole | 12 | 75% | Piccole | 28 | 82,35% |

Tabella 4. *Università che dispongono di un ufficio appositamente dedicato alla gestione delle convenzioni/contratti di ricerca con le imprese.*

| | | | | | |
|-----------|----|--------|---------|----|--------|
| Nord | 13 | 68,42% | Grandi | 7 | 70% |
| Centro | 8 | 57,14% | Medie | 5 | 71,42% |
| Sud-Isole | 6 | 50% | Piccole | 15 | 53,57% |

La seconda domanda chiedeva se l'università ha sviluppato tipologie di contratto standard per la ricerca svolta su commissione o in collaborazione con imprese. In questo caso, la percentuale di risposte positive è inferiore (42,2%), e di nuovo fortemente concentrata

¹³ Le università sono state raggruppate per dimensione e per localizzazione geografica. L'universo risulta essere composto come appare dalla seguente tabella:

| | | | |
|-----------|----|---------|----|
| Nord | 22 | Grandi | 10 |
| Centro | 19 | Medie | 11 |
| Sud-Isole | 16 | Piccole | 34 |

La dimensione delle università italiane è stata determinata in funzione del numero dei docenti. Il numero medio di docenti è 1044,4. Si è ritenuto di considerare grandi le università con un numero di docenti superiore a 1700, medie quelle con un numero di docenti compreso tra 800 e 1700, piccole quelle con un numero di docenti inferiore a 800.

nelle grandi università (tabella 6). La definizione di queste tipologie di contratti appare essere comunque posteriore alla costituzione di uffici dedicati alla gestione dei rapporti con le imprese.¹⁴

La terza domanda chiedeva se l'università ha sviluppato altre procedure specifiche e sistematiche per promuovere e gestire i rapporti con le imprese, con una percentuale di risposte positive pari al 51,1%. Queste iniziative hanno avuto inizio nella grandissima maggioranza negli anni '90 e riguardano soprattutto sportelli per le imprese, *liaison offices* e uffici per il *placement* (17 casi su 18; si vedano le tabelle 7 e 8). Come sempre, queste iniziative sono frequenti soprattutto nelle grandi università ed in quelle localizzate al Nord.

Tabella 5. *Data di costituzione degli uffici per la gestione dei contratti con le imprese.*

| | Nord | Centro | Sud-Isole | Totale |
|-----------|--------|--------|-----------|--------|
| Pre 1985 | 3 | 6 | 1 | 10 |
| 1985-1990 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Post 1990 | 4 | 2 | 5 | 11 |
| | Grandi | Medie | Piccole | Totale |
| Pre 1985 | 4 | 1 | 5 | 10 |
| 1985-1990 | 2 | 1 | 1 | 4 |
| Post 1990 | 1 | 3 | 7 | 11 |

Molto più diffuso appare essere lo sviluppo di convenzioni-quadro con imprese/associazioni industriali (73% di risposte positive) negli

¹⁴ È opportuno notare come per molte delle università che hanno risposto positivamente alla domanda non si sia potuto indicare l'anno dal quale esistono tipologie di contratto standard. Ciò è dovuto essenzialmente al fatto che, in tali università, non esiste comunque un ufficio centrale che si occupa di gestire queste modalità di relazione con le imprese, essendo tutto lasciato alla libera iniziativa dei dipartimenti, dai quali però non è stato possibile reperire informazioni. Per altre università che si trovano nella stessa situazione è stato possibile ottenere informazioni direttamente dai dipartimenti; i dati non si riferiscono quindi all'intera struttura universitaria ma solo a un numero, spesso molto limitato, di dipartimenti. Questi contratti si differenziano quasi esclusivamente in base all'oggetto della prestazione. Tutte le 19 università che hanno risposto positivamente alla domanda lo hanno indicato come criterio adottato. Per 13 delle 19 (68,5%), esso è l'unico. Le categorie segnalate sono però disomogenee tra loro; è quindi difficile raggruppare le informazioni.

ultimi 5 anni, per un totale di 451 convenzioni stipulate (tabelle 9, 10 e 11). Il numero molto elevato di convenzioni-quadro al Nord è legato al fatto che tre università ne hanno fornito un elenco lungo e approfondito (politecnico di Milano 73, università di Bologna 39, politecnico di Torino 234). Altre grandi università del Centro e del Sud, invece, ne hanno indicato un numero irrisorio. Si deve considerare quindi la possibilità che la grande discrepanza sia dovuta a una non completa trasmissione di dati piuttosto che a una vera e propria carenza di convenzioni. Risulta inoltre molto difficile stabilire la natura e l'oggetto di queste convenzioni, mentre in moltissimi casi sono coinvolti sia partner pubblici che privati (tipicamente associazioni industriali locali).

Tabella 6. *Università che hanno sviluppato forme di contratto standard per la ricerca svolta su commissione o in collaborazione con imprese.*

| | | | | | |
|-----------|----|--------|---------|---|--------|
| Nord | 11 | 57,89% | Grandi | 9 | 90% |
| Centro | 6 | 42,85% | Medie | 3 | 42,85% |
| Sud-Isole | 2 | 16,66% | Piccole | 7 | 25% |

Tabella 7. *Università che hanno sviluppato altre procedure specifiche e sistematiche per promuovere e gestire i rapporti con le imprese («sportelli», liaison offices, ecc).*

| | | | | | |
|-----------|----|--------|---------|----|--------|
| Nord | 12 | 63,15% | Grandi | 7 | 70% |
| Centro | 6 | 42,85% | Medie | 3 | 42,85% |
| Sud-Isole | 5 | 41,66% | Piccole | 13 | 46,42% |

Tabella 8. *Data di costituzione di altre procedure specifiche e sistematiche per promuovere e gestire i rapporti con le imprese («sportelli», liaison offices, ecc).*

| | Nord | Centro | Sud-Isole | Totale |
|-----------|--------|--------|-----------|--------|
| Pre 1985 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1985-1990 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Post 1990 | 9 | 5 | 4 | 18 |
| | Grandi | Medie | Piccole | Totale |
| Pre 1985 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1985-1990 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Post 1990 | 4 | 1 | 13 | 18 |

Luigi Orsenigo e Emanuela Cancogni

Il 62,2% delle università dichiara inoltre di aver sviluppato negli ultimi cinque anni altre iniziative o specifici progetti di ricerca congiunti con imprese/associazioni industriali per la promozione, diffusione, integrazione della ricerca accademica con la ricerca industriale, tipicamente consorzi (11, pari al 39,2% sulle 28 che hanno risposto positivamente alla domanda) e contratti specifici (14, pari al 31,1% sul totale di 45 risposte; si veda la tabella 12). Dichiarano di aver sviluppato negli ultimi cinque anni specifiche forme di collaborazione con parchi scientifici e tecnologici 30 università (66,6%), per un totale di 45 collaborazioni con 31 parchi (tabella 13)¹⁵.

Tabella 9. *Università che hanno sviluppato convenzioni-quadro con imprese/associazioni industriali negli ultimi cinque anni.*

| | | | | | |
|-----------|----|--------|---------|----|--------|
| Nord | 15 | 78,9% | Grandi | 8 | 80% |
| Centro | 13 | 92,8% | Medie | 4 | 57,14% |
| Sud-Isole | 5 | 41,66% | Piccole | 21 | 75% |

Tabella 10. *Numero di convenzioni stipulate per università.*

| | | | | | |
|-----------|-----|--------|---------|-----|--------|
| Nord | 399 | 88,47% | Grandi | 75 | 16,62% |
| Centro | 41 | 9% | Medie | 80 | 17,73% |
| Sud-Isole | 11 | 2% | Piccole | 296 | 65,63% |

Tabella 11. *Numero medio di convenzioni stipulate (su 36 università).*

| | | | | | |
|-----------|------|------|---------|------|------|
| Nord | 24,9 | (16) | Grandi | 9,3 | (8) |
| Centro | 3,15 | (13) | Medie | 20 | (4) |
| Sud-Isole | 1,5 | (7) | Piccole | 12,3 | (24) |

¹⁵ Infine, 22 università (48,8%) dichiarano di avere attualmente in corso progetti di ricerca congiunti con imprese estere, per un totale di 145 imprese ed una media di 6,6 progetti.

Tabella 12. *Università che hanno sviluppato negli ultimi cinque anni altre iniziative o specifici progetti di ricerca congiunti con imprese/associazioni industriali per la promozione, diffusione, integrazione della ricerca accademica con la ricerca industriale.*

| | | | | | |
|--------|----|-------|---------|----|-------|
| Nord | 13 | 68,42 | Grandi | 8 | 80% |
| Centro | 9 | 64,2% | Medie | 4 | 57,1% |
| Sud | 6 | 50% | Piccole | 16 | 57,1% |

Tabella 13. *Università che dichiarano di aver sviluppato negli ultimi cinque anni specifiche forme di collaborazione con parchi scientifici e tecnologici.*

| | | | | | |
|-----------|----|--------|---------|----|--------|
| Nord | 12 | 63,15% | Grandi | 7 | 70% |
| Centro | 11 | 78,57% | Medie | 5 | 71,42% |
| Sud-Isole | 7 | 58,3% | Piccole | 18 | 64,28% |

Queste informazioni suggeriscono che in effetti a partire dalla seconda metà degli anni '80 si sia sviluppato un notevole dinamismo nei rapporti università-industria, non sorprendentemente nelle grandi università e al Nord, ma non esclusivamente in queste categorie. L'attività si manifesta comunque nella stipulazione di convenzioni con associazioni industriali ed altri enti pubblici e nella partecipazione a iniziative come i parchi scientifici. Resta tuttavia la netta impressione che queste iniziative abbiano appena iniziato a dar vita a strutture organizzative sistematiche – anche semplici – per la gestione di tali rapporti, ad indicazione della occasionalità e marginalità di queste relazioni. In effetti, solo il 50% circa delle università dispone di strutture dedicate alle relazioni con le imprese che vadano oltre l'esistenza di un ufficio contratti (presumibilmente, di natura esclusivamente amministrativa e spesso decentrato presso i singoli istituti o dipartimenti). Viceversa, ben il 40% circa delle università non ha neppure sviluppato tali uffici e circa il 60% non ha elaborato nemmeno tipologie standard di contratto.

Il questionario, come si è visto, non consente allo stato attuale di elaborazione di fornire informazioni più dettagliate sulla natura e sull'oggetto della collaborazione industria-università. Un'ulteriore fonte di informazioni a questo proposito è fornita dal «*Repertorio delle collaborazioni università-industria*» [Confindustria 1997]. Questa fonte non è esaustiva, ma considera solo alcune esperienze di collaborazione tra l'università e le associazioni industriali ade-

renti a Confindustria in essere o stipulate nell'a.a. 1996-1997. Inoltre, la data di stipulazione delle varie iniziative comprese nelle convenzioni non è indicata con regolarità e risulta quindi impossibile definire con precisione l'evoluzione di queste relazioni nel tempo. Nonostante queste limitazioni, è possibile ricavare alcune informazioni generali sulla natura delle collaborazioni, con l'avvertenza che i valori quantitativi devono essere considerati puramente indicativi, senza alcuna pretesa di completezza.

Il documento elenca 249 iniziative, a cui partecipano 65 associazioni industriali locali, 12 associazioni di categoria e 46 università. La grande maggioranza (oltre il 70%) delle iniziative censite (alle quali è stato possibile attribuire la data di stipula) ha avuto inizio negli anni '90 e circa il 18% tra il 1985 e il 1990. Le università più frequentemente coinvolte sono i politecnici di Torino e di Milano, seguiti dalle università di Milano, Bologna, Torino e Venezia.

La collaborazione ha per oggetto nella maggior parte dei casi la formazione, soprattutto per quanto riguarda l'istituzione di diplomi universitari (circa il 30% delle iniziative). Viceversa, meno del 5% delle iniziative concerne la formazione avanzata post-laurea (che riguarda soprattutto la formazione manageriale). Circa il 10% delle iniziative ha per oggetto l'assistenza tecnica alle imprese (sportelli, partecipazione a centri di trasferimento di tecnologia, ecc.), mentre circa l'8% concerne lo svolgimento di attività di ricerca in senso proprio per conto o in collaborazione con imprese e il 3% circa la partecipazione a parchi scientifici e tecnologici.

In quasi tutti i casi – e non sorprendentemente – queste iniziative vedono la partecipazione di enti pubblici locali, oltre alle università e alle associazioni imprenditoriali. Va anche osservato, però, che il tentativo di legare più direttamente l'università all'industria passi essenzialmente (come peraltro in molti altri paesi europei), attraverso la formazione di nuove strutture organizzative specificamente preposte al trasferimento di tecnologia, piuttosto che mediante lo sviluppo di autonome iniziative all'interno delle università stesse.

3.3. *I dati di brevetto*

Un ulteriore *set* di dati è costituito dalle domande di brevetto da parte di università e laboratori di ricerca pubblici presso l'European

Patent Office (EPO) per il periodo 1978-1994 in quattro paesi europei (Germania, Francia, Italia e Regno Unito) e per 49 classi tecnologiche.

Questi dati di brevetto devono essere interpretati con molta cautela. Essi sono qui utilizzati come generico indicatore del coinvolgimento delle istituzioni scientifiche, e delle università in particolare, in attività innovative potenzialmente rilevanti per l'applicazione industriale. I dati non considerano le domande di brevetto da parte di ricercatori accademici a titolo individuale. Ciò ovviamente porta a sottostimare notevolmente il contributo dei ricercatori universitari alle attività brevettuali complessive. Tuttavia, questa esclusione, oltre ad essere dovuta a ovvi problemi pratici, consente di concentrare l'attenzione sulla propensione delle università in quanto organizzazioni allo sfruttamento economico della ricerca da loro condotta: se non altro, un basso numero di brevetti richiesti dalle università indica l'assenza di una politica sistematica verso la brevettazione.

Si può osservare, in via preliminare, che il numero assoluto di università coinvolte in attività brevettuali è irrisorio in Germania e in Italia, mentre è certamente più rilevante il ruolo delle altre istituzioni scientifiche (tabella 14). Nel tempo, si osserva una tendenza ad un'accresciuta partecipazione alle attività brevettuali da parte delle università solo nel Regno Unito e delle istituzioni scientifiche in tutti i paesi, tranne la Francia¹⁶.

Tabella 14. *Numero di università e altre istituzioni scientifiche che hanno brevettato nei periodi 1978-1987 e 1988-1994.*

| | DE '78-'87 | DE '88-'94 | FR '78-'87 | FR '88-'94 | IT '78-'87 | IT '88-'94 | UK '78-'87 | UK '88-'94 |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Università | 1 | 4 | 44 | 49 | 3 | 4 | 49 | 65 |
| Istituzioni scientifiche | 17 | 31 | 161 | 158 | 25 | 43 | 106 | 143 |

Fonte: Elaborazione dati CESPRI (Università Bocconi).

¹⁶ D'ora in poi DE sta per Germania, FR per Francia, IT per Italia e UK per Regno Unito.

Il contributo delle università ai brevetti totali è comunque insignificante in tutti i paesi considerati, mentre le altre istituzioni scientifiche hanno un peso non indifferente in Francia e, in misura inferiore, nel Regno Unito (tabella 15). Ancora, non si osserva alcuna tendenza significativa ad un aumento della propensione a brevettare, né da parte delle università né da parte delle altre istituzioni scientifiche.

Passando ad un'analisi disaggregata per classi tecnologiche, le università in Italia hanno brevettato solo in 8 classi tecnologiche (per un totale di 9 brevetti): chimica organica ed inorganica, biochimica e bioingegneria, processi chimici, analitici e fisici, telecomunicazioni, strumenti di misurazione e controllo, computer e sistemi processori di dati.

Tabella 15. *Quota percentuale dei brevetti detenuti dalle università e dalle altre istituzioni scientifiche sul totale dei brevetti.*

| | Germania | Francia | UK | Italia |
|--------------------------|----------|---------|-----|--------|
| 1978-1987 | | | | |
| Università | 0 | 0,4 | 1,1 | 0,07 |
| Istituzioni scientifiche | 0,06 | 12,3 | 5,5 | 4,1 |
| 1988-1994 | | | | |
| Università | 0 | 0,4 | 1,4 | 0,03 |
| Istituzioni scientifiche | 0,08 | 13,6 | 4,7 | 2,9 |

Fonte: Elaborazione dati CESPRI (Università Bocconi).

Anche in Germania la presenza delle università è molto esigua. Esse ottengono brevetti solo in 5 classi. In Francia e in Gran Bretagna, invece, le università brevettano in un maggior numero di classi tecnologiche (35 in Gran Bretagna e 24 in Francia), soprattutto legate alla ricerca biomedica.

L'attività brevettuale delle istituzioni scientifiche è diffusa su un maggior numero di classi tecnologiche: 36 in Italia, 19 in Germania, mentre in Francia e in Gran Bretagna le istituzioni scientifiche sono presenti in quasi tutte le classi tecnologiche. Tenendo in considerazione i dati relativi a tutti i paesi si osserva come solo in 3 classi tecnologiche le attività di brevettazione da parte delle università e delle istituzioni scientifiche siano rilevanti in tutti e quattro i paesi: biochimica e bioingegneria, farmaceutica, strumenti di misurazione e

controllo; in altre classi tecnologiche tre paesi su quattro annoverano una presenza consistente delle università e delle istituzioni scientifiche: chimica inorganica, computer e sistemi processori di dati e telecomunicazioni¹⁷. Vale la pena infine notare che non vi è alcuna relazione significativa e stabile tra il ruolo delle istituzioni scientifiche e delle università da un lato e i vantaggi tecnologici rivelati.

I brevetti delle istituzioni scientifiche e delle università derivano soprattutto dalle attività di *core* ristretto di istituzioni che brevettano continuamente nel tempo (con la parziale eccezione della Germania). Attorno a questo nucleo stabile, esiste una significativa frangia di innovatori occasionali in tutti i paesi e in quasi tutte le classi tecnologiche che espande la popolazione delle istituzioni scientifiche coinvolte in attività brevettuali. Questa turbolenza è particolarmente evidente nel caso delle università. In conclusione, i dati di brevetto suggeriscono l'esistenza di una timida tendenza ad un crescente coinvolgimento delle istituzioni scientifiche e delle università alle attività brevettuali, anche se ciò deriva in buona parte dalla ricerca biomedica e dall'entrata di istituzioni che brevettano solo occasionalmente.

3.4. *I Programmi nazionali di ricerca del MURST*

L'ultimo insieme di dati è costituito dall'analisi di tre Programmi nazionali di ricerca (PNR) previsti dalla legge 46/82, che esplicitamente hanno lo scopo di favorire l'interazione tra le università, gli enti di ricerca e le imprese. I PNR esaminati forniscono una serie di informazioni che permettono di analizzare le interazioni tra università ed imprese sotto diversi punti di vista. In particolare, i PNR permettono di identificare la tipologia di ricerca svolta dalle università ed il ruolo che esse svolgono nella collaborazione nelle diverse tecnologie. I settori considerati sono Biotecnologie Avanzate, Microe-

¹⁷ Infine alcuni paesi contano una presenza delle istituzioni scientifiche molto maggiore in alcune specifiche classi tecnologiche: per la Germania si tratta della farmaceutica, per la Gran Bretagna dei macchinari per l'agricoltura e delle tecnologie nucleari, per l'Italia le telecomunicazioni; la Francia invece presenta un quadro più equilibrato essendo parecchie le classi tecnologiche in cui le istituzioni scientifiche giocano un ruolo dominante: gas e petroli, chimica inorganica, processi chimici e fisici, aviazione, armamenti e munizioni.

lettronica, Tessile e Abbigliamento, cioè settori fortemente differenziati, in particolare per quanto riguarda la natura della base conoscitiva e il tipo di imprese rilevanti. Biotecnologie e Microelettronica sono settori *science based*, nei quali la conoscenza scientifica gioca un ruolo rilevante come fonte di opportunità di innovazione e come input che incrementa la produttività della R&S delle imprese. Inoltre, biotecnologie e microelettronica rappresentano – ovviamente – le due principali grandi rivoluzioni tecnologiche recenti, che hanno significativamente contribuito a modificare i rapporti università-industria. L'industria Tessile e dell'Abbigliamento è invece un settore cosiddetto «tradizionale» e comunque *supply-dominated*, e a scarsa intensità di R&S.

I PNR possono essere classificati in base alla loro durata, al loro ammontare complessivo e all'articolazione di ogni progetto in temi, fasi e sottofasi. In secondo luogo, le risorse necessarie per tema sono state disaggregate per classi di soggetti esecutori: le imprese, gli istituti di ricerca e le università. In terzo luogo, le voci di spesa considerate sono raggruppate in tre categorie: le risorse espresse in termini di tempo devoluto allo svolgimento delle attività di ricerca dai soggetti esecutori; quelle che si riferiscono ai costi da sostenere per l'impiego di personale, attrezzature e materiali vari; quelle che infine pongono in risalto quanta parte della ricerca o delle attività ad essa connesse venga svolta dalle società contraenti e quanta invece venga affidata a soggetti esterni, perché in possesso di competenze o strumentazioni specialistiche e non utilmente acquisibili da parte dei soggetti contraenti. Il totale mette in evidenza quale sia la rilevanza a livello aggregato di ciascun soggetto all'interno del PNR.

I PNR forniscono anche informazioni sui risultati della ricerca. Ciascuna fase, a fronte del relativo obiettivo, prevede il conseguimento di uno o più risultati, classificati in diverse tipologie (si veda la tabella 18). Infine, sono disponibili informazioni sul numero di pubblicazioni e di brevetti generati nell'attività di ricerca dei vari PNR. I dati sulle pubblicazioni sono incompleti in quanto sono disponibili solo dall'anno 1993, per cui non si hanno notizie delle eventuali pubblicazioni risalenti ad anni precedenti¹⁸.

¹⁸ Per quanto riguarda i brevetti, la proprietà dei risultati oggetto della ricerca spetta

È opportuno fornire innanzitutto alcune informazioni generali sulla durata, l'ammontare, l'articolazione di ogni tema ed i risultati:

a) i primi temi di Biotecnologie, in totale 19, sono stati stipulati nel 1989 e ad oggi ne sono stati conclusi 2¹⁹. Nella Microelettronica, sono previsti 3 temi, di cui il secondo rappresenta la seconda fase del primo. I temi che costituiscono il programma di Tessile e Abbigliamento sono 14, di cui solo 4 ad oggi sono stati formalmente stipulati (nel 1997);

b) la durata media è di 55 mesi nel caso delle Biotecnologie Avanzate; di 24 mesi per la Microelettronica e di 39 mesi per il Tessile e Abbigliamento;

c) la media dell'ammontare di risorse necessarie per tema è pari a 10.363 milioni per le Biotecnologie; a 52.715 milioni per la Microelettronica, e a 6.798 milioni per il Tessile e Abbigliamento, di cui circa il 10% viene destinato alla formazione;

d) i progetti del PNR Biotecnologie Avanzate sono mediamente di lunga durata, relativamente piccoli in termini di risorse complessive e «semplici», cioè articolati in un numero piuttosto piccolo di fasi. Viceversa, i progetti del PNR Microelettronica sono di breve durata, ma relativamente grandi e complessi (cioè articolati in un elevato numero di fasi). Infine nel Tessile e Abbigliamento, i progetti sono piccoli, di media durata e articolati in modo relativamente semplice;

e) nelle Biotecnologie, il numero medio di università che hanno collaborato al progetto, sia come consorziate del contraente sia come soggetto esterno affidatario di parti della ricerca, è di 3 per con-

allo Stato. Tuttavia, si prevede la possibilità di cessione del diritto esclusivo di utilizzazione dei risultati oggetto della ricerca al contraente, qualora abbia esercitato la relativa opzione (o ad altri soggetti in caso contrario) per la industrializzazione dell'eventuale prodotto o la messa in opera dell'eventuale processo di produzione dietro pagamento di apposite *royalties* (procedura, questa, ancora in corso di definizione).

¹⁹ Il fatto che gli altri contratti non siano ancora giunti a conclusione non pregiudica il fatto che per ognuno di essi siano già stati ottenuti molti dei risultati programmati e che di conseguenza si possano avere dati sui brevetti; la conclusione dei contratti si riferisce più che altro all'adempimento di obblighi burocratici e legali (anche se talvolta invece la discrepanza tra tempi previsti e tempi effettivi di attuazione è da attribuire esclusivamente a ritardi nell'esecuzione del contratto da parte delle società contraenti).

tratto; l'università nel complesso partecipa a 57 delle 266 fasi poste in essere (21%) e, in totale, partecipano 21 università. Nella Microelettronica, il numero di università coinvolte è pari mediamente a 7 (12 in totale), che partecipano a 9 delle 66 fasi previste (13,6%); nel Tessile e Abbigliamento, l'università partecipa solo a 6 temi e prevalentemente per attività formative; la sua presenza è quindi quasi irrilevante rispetto all'entità del coinvolgimento degli altri soggetti.

Le caratteristiche dei progetti e la partecipazione delle università e degli altri istituti di ricerca emergono con maggiore evidenza esaminando l'entità e la composizione delle risorse richieste per lo svolgimento delle attività di ricerca. La tabella 16 riporta, per questioni di brevità, solo i valori medi delle risorse necessarie, espressi sia in numeri assoluti sia in percentuale del totale relativo alla voce considerata. Le risorse necessarie per tema sono state disaggregate per classi di soggetti esecutori: le imprese, di cui fanno parte tutte le società e consorzi proponenti o partecipanti al contratto, gli istituti di ricerca, che comprendono le organizzazioni «pubbliche» che hanno come scopo istituzionale lo svolgimento di attività di ricerca, e le università.

Per quanto riguarda le Biotecnologie, le università assumono un ruolo notevole per la voce «commesse di ricerca», nella maggior parte dei casi in qualità di affidatarie di fasi della ricerca. Si noti inoltre come i progetti sono fortemente *labour intensive*, anche se i materiali hanno un peso non indifferente. Partecipa a questi progetti un numero di università non molto elevato, che però, anche insieme alle altre istituzioni di ricerca, si appropiano di una quota notevole delle risorse (circa il 32% nel complesso, quasi il 15% le università), soprattutto attraverso commesse di ricerca. Le università e le istituzioni di ricerca assorbono poi relativamente più risorse per attrezzature, rispetto alle imprese. L'università di Milano si appropria di oltre il 25% dei fondi complessivi che affluiscono alle università, seguita da Napoli (15%) e Torino (7,9%).

Nella Microelettronica, i progetti tendono ad essere invece fortemente *capital intensive*, soprattutto per quanto riguarda l'acquisto di attrezzature. Partecipa a questi progetti un numero elevato di università, ma la quota di risorse assorbite dalle istituzioni di ricerca nel complesso è la più bassa tra i PNR considerati (11,7% nel complesso, di cui 5,5% alle università). Rispetto alle Biotecnologie, in questo caso la distribuzione delle risorse è leggermente più

Tabella 16. Quantificazione delle risorse necessarie per i PNR (valori medi, in milioni di lire e in % sul totale).

| Soggetti esecutori | Anni uomo | Costi | | | Commesse | | | Totale |
|--------------------|--------------|----------------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------------|------------------|--------|
| | | Personale | Attrezzature | Materiali | Servizi | Ricerca | Totale | |
| Imprese | 69 74% | 3418,603 74,1% | 788,4714 64,4% | 1164,3808 79,7% | 300,01 75% | 31,1 3,7% | 6534,92 68,2% | |
| Istit. ricerca | 17 18% | 712,0105263 15,4% | 274,25 22,4% | 203,37895 13,9% | 89,974 22,5% | 145 17,3% | 1636,06 17,1% | |
| Università | 7,4658 8% | 483,4421053 10,5% | 161,975 13,2% | 92,089474 6,3% | 9,8421 2,5% | 660 78,9% | 1407,2 14,7% | |
| Totale | 93 | 4614,055947 | 938,0451 | 1459,8492 | 399,83 | 836 | 9253,89 | |

| Soggetti esecutori | Anni uomo | Costi | | | Commesse | | | Totale |
|--------------------|------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------|----------------|-----------------|--------|
| | | Personale | Attrezzature | Materiali | Servizi | Ricerca | Totale | |
| Imprese | 262 77% | 12,115 84,9% | 20,037 93,6% | 4,087 85,9% | 140 100% | - 0% | 46,564 88,3% | |
| Istit. ricerca | 28 8% | 1,398 9,8% | 369 1,7% | 346 7,3% | - 0% | 200 26,1% | 3,284 6,2% | |
| Università | 52 15% | 756,333 5,3% | 1006 4,7% | 323 6,8% | 0 0% | 566,7 73,9% | 2903 5,5% | |
| Totale | 342 | 14,269,3 | 21,412 | 4,756 | 140 | 766,7 | 52,751 | |

16.2. Microelettronica

16.3. Tessile e Abbigliamento (ricerca)

| Soggetti esecutori | Anni uomo | Costi | | | Commesse | | Totale |
|--------------------|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------|-------------|-------------------|
| | | Personale | Attrezzature | Materiali | Servizi | Ricerca | |
| Imprese | 923,7 67% | 2178,635583 90,4% | 520,72083 91,7% | 358,12333 93,1% | 752 91,5% | 0 0% | 5294,036 84,9% |
| Istit. ricerca | 466,3 33% | 231,8146667 9,6% | 47,3333333 8,3% | 26,341667 6,9% | 70 8,5% | 0 0% | 530 8,5% |
| Università | 1,97 0% | 0 0% | 0 0% | 0 0% | 0 0% | 412 100% | 412 6,6% |
| Totale | 1391,97 | 2.410,450 | 568,054 | 384,465 | 821 | 412 | 6.236 |

omogenea. La prima università (Bologna) si appropria del 17% delle risorse. Per quanto la percentuale di anni uomo imputabili alle università sia più alta, tutte le altre voci sono di entità ridotta e minore rispetto alle Biotecnologie. Come già osservato, però, la partecipazione delle università e delle altre istituzioni scientifiche è direttamente integrata nel programma di ricerca, piuttosto che manifestarsi attraverso contratti di ricerca; in tal modo esse entrano a far parte dei soggetti previsti contrattualmente come attivi nell'adempiimento del contratto e non come collaboratori esterni dei contraenti. Università e istituzioni di ricerca assorbono relativamente più risorse per acquisto di materiali. Le istituzioni di ricerca in particolare assorbono una quota di risorse molto maggiore rispetto a imprese e università per quanto riguarda il personale, mentre molto poco per le attrezzature.

Per quanto concerne il Tessile e Abbigliamento, il dato sul totale espresso in percentuale non è molto difforme rispetto a quello degli altri due settori. Tuttavia, si osserva una completa assenza dell'università in tutte le categorie di spesa tranne che in quella «commesse di ricerca», di cui invece essa risulta essere l'unico soggetto esecutore. Nel complesso alle università è destinato il 7% delle risorse complessive, mentre il 9% va alle altre istituzioni di ricerca. Partecipano nel complesso 6 università e il politecnico di Milano si appropria di oltre il 40% delle risorse destinate alle università per attività di ricerca.

Le attività di formazione ottengono un volume di risorse molto inferiore rispetto alla ricerca (un totale complessivo di 571 rispetto ad uno di 2.637, in media per progetto) e comunque, il ruolo di primo piano nella formazione che ci si aspetterebbe essere assunto dalle università è invece in gran parte svolto dalle istituzioni di ricerca, che assorbono ben il 21% delle risorse totali, contro il 4% delle università.

La tabella 17 illustra infine le tipologie di risultati conseguiti nei tre PNR. Nelle biotecnologie, i risultati prodotti sono soprattutto nuovi beni, seguiti da nuove metodologie e strumenti per la realizzazione di progetti, processi industriali o di laboratorio per la realizzazione di beni e servizi, nuove proprietà di materiali noti. Le università contribuiscono soprattutto allo sviluppo di nuove tecniche di misura, metodi di collaudo, proprietà dei materiali ed infine a nuovi beni, sia in termini di partecipazione alle fasi che al costo delle attività che portano a questi risultati (tabella 18). Si noti che le

Luigi Orsenigo e Emanuela Cancogni

università partecipano soprattutto alla produzione di risultati che incidono in misura minore sui costi. I risultati ottenuti hanno dato luogo a 40 opzioni (24% sul totale dei risultati ottenuti), 5 cessioni e 14 brevetti, di cui 6 estesi ad altri paesi europei e 1 ad altri paesi extra-europei.

Tabella 17. *Tipologia dei risultati (in % dei risultati totali).*

| | Biotecnologie | Microelettronica | Tessile e Abbigliamento |
|----------------------------|---------------|------------------|-------------------------|
| Nuovi beni | 64 | 52 | 5 |
| Nuove metod./Strum. | 12 | 11 | 2,6 |
| Processi Industriali | 10 | 25 | 18 |
| Proprietà materiali | 4 | 3 | 2,6 |
| Prototipi | 3 | 3 | 23 |
| Processi di ottimizzazione | 3 | 0 | 10,2 |
| Tecniche di misura | 2 | 0 | 2,6 |
| Proprietà prodotti | 1 | 0 | 0 |
| Architettura sistemi | 1 | 0 | 10,2 |
| Metodi di collaudo | 0 | 0 | 0 |
| Sist. Informativi per aut. | 0 | 0 | 7,7 |
| Modelli/Metodologie | 0 | 6 | 18 |

Fonte: Elaborazione dati MURST.

Tabella 18. *Ruolo delle università nell'ottenimento di risultati.*

18.1. *Biotecnologie*

| | % fasi | % costo univ. | % costo risultati tot. |
|----------------------------|--------|---------------|------------------------|
| Nuovi beni | 56 | 16 | 66 |
| Nuove metod./Strum. | 39 | 11 | 12 |
| Processi Industriali | 30 | 8 | 8 |
| Proprietà materiali | 67 | 26 | 3 |
| Prototipi | 14 | 1 | 5 |
| Processi di ottimizzazione | 14 | 3 | 3 |
| Tecniche di misura | 100 | 48 | 1 |
| Proprietà prodotti | 0 | 0 | 1 |
| Architettura sistemi | 0 | 0 | 0 |
| Metodi di collaudo | 100 | 13 | 1 |
| Sist. Informativi per aut. | 0 | 0 | 0 |
| Modelli/Metodologie | 0 | 0 | 0 |

18.2. *Microelettronica*

| | % fasi | % costo univ. | % costo risultati tot. |
|----------------------------|--------|---------------|------------------------|
| Nuovi beni | 16 | 4 | 16,5 |
| Nuove metod./Strum. | 38 | 2 | 28 |
| Processi Industriali | 44 | 3 | 49,9 |
| Proprietà materiali | 50 | 25 | 0,08 |
| Prototipi | 100 | 100 | 0,001 |
| Processi di ottimizzazione | 0 | 0 | 0 |
| Tecniche di misura | 0 | 0 | 0 |
| Proprietà prodotti | 0 | 0 | 0 |
| Architettura sistemi | 0 | 0 | 0 |
| Metodi di collaudo | 0 | 0 | 0 |
| Sist. Informativi | 0 | 0 | 1 |
| Modelli/Metodologie | 50 | 46 | 4,5 |

18.3. *Tessile e Abbigliamento*

| | % fasi | % costo univ. | % costo risultati tot. |
|----------------------------|--------|---------------|------------------------|
| Nuovi beni | 16 | 4 | 16,5 |
| Nuove metod./Strum. | 38 | 2 | 28 |
| Processi Industriali | 44 | 3 | 49,9 |
| Proprietà materiali | 50 | 25 | 0,08 |
| Prototipi | 100 | 100 | 0,001 |
| Processi di ottimizzazione | 0 | 0 | 0 |
| Tecniche di misura | 0 | 0 | 0 |
| Proprietà prodotti | 0 | 0 | 0 |
| Architettura sistemi | 0 | 0 | 0 |
| Metodi di collaudo | 0 | 0 | 0 |
| Sist. Informativi per aut. | 0 | 0 | 1 |
| Modelli/Metodologie | 50 | 46 | 4,5 |

Fonte: Elaborazione dati MURST.

Nella Microelettronica, i risultati prodotti sono nuovi beni, seguiti da processi industriali o di laboratorio per la realizzazione di beni e servizi (in misura significativamente più elevata rispetto alle Biotecnologie), nuove metodologie e strumenti per la realizzazione di progetti, modelli e metodologie per la soluzione di problemi. Le università contribuiscono soprattutto allo sviluppo di prototipi, modelli e metodologie per la soluzione di problemi, proprietà di mate-

riali, sia in termini di partecipazione alle fasi che al costo delle attività che portano a questi risultati. Come nel caso delle Biotecnologie, anche nella Microelettronica le università partecipano soprattutto alla produzione di risultati che incidono in misura minore sui costi. In questo caso i risultati opzionati sono 26 (32% dei risultati complessivi) e le cessioni 14. I brevetti sono 4 di cui uno esteso in Europa e 1 in paesi extra-europei.

Per quanto riguarda il Tessile e Abbigliamento, occorre considerare che molti dei contratti non sono ancora stati stipulati formalmente. Non sono quindi disponibili dati definitivi, ma solo quelli previsti. Per quanto riguarda la ricerca, i risultati riguardano soprattutto prototipi, modelli e metodologie per la soluzione di problemi e processi industriali. I dati non consentono, in questo caso di isolare il ruolo svolto dalle università nell'ottenimento dei risultati.

Per quanto concerne le risorse devolute alla formazione, il dato più interessante riguarda il fatto che i contratti coinvolgono tutti i formandi in attività volte all'acquisizione di tecniche di ricerca e di capacità gestionali, mentre molta meno rilevanza viene data alle attività finalizzate all'acquisizione di conoscenze di base.

Nell'insieme, questi dati sembrano confermare che la partecipazione delle università a progetti di ricerca industriale assume un ruolo relativamente marginale, anche in casi, come i PNR, dove la collaborazione tra università e industria costituisce uno degli obiettivi primari. Le attività svolte dalle università in questi progetti è frammentata in commesse di piccola dimensione rispetto all'entità complessiva del contratto a diversi dipartimenti e sembra consistere soprattutto nello svolgimento di parti molto specifiche e di supporto alla ricerca industriale, come lo sviluppo di prototipi, tecniche di misurazione, metodi di collaudo, ecc., anche mediante l'utilizzo di macchinari e materiali di laboratorio specialistici non normalmente disponibili nelle imprese, oppure attraverso l'utilizzo di personale specializzato a costi più bassi rispetto a quello delle imprese. Non sorprendentemente, la partecipazione universitaria è nel complesso maggiore in tecnologie *science-based* come le Biotecnologie, ma sembra essere maggiormente integrata con la ricerca industriale nella Microelettronica, probabilmente più vicina all'applicazione industriale, sia per quanto riguarda l'organizzazione formale delle relazioni che per le attività svolte ed i risultati ottenuti.

3.5. Alcuni risultati

L'evidenza empirica esaminata non è certo sistematica né completa. Essa suggerisce tuttavia alcune indicazioni generali sulle relazioni università-industria in Italia.

In primo luogo, risulta confermato che questi rapporti non sono né molto frequenti, né soprattutto molto profondi, anche se certamente si osserva negli ultimi anni un notevole dinamismo. Attualmente, praticamente tutte le università intrattengono rapporti a vario titolo con il mondo industriale, ma il numero di iniziative o l'entità dei finanziamenti appaiono piuttosto bassi.

Queste relazioni sono fortemente concentrate in termini di soggetti coinvolti, discipline scientifiche, e tipologia di rapporti. La collaborazione è in generale più frequente in poche università (principalmente i politecnici di Milano e Torino e le università dei grandi centri metropolitanici); riguarda soprattutto ingegneria e medicina e ha per oggetto principalmente la formazione.

Questi risultati non sono sorprendenti. Essi confermano osservazioni ed intuizioni già ampiamente note nella letteratura internazionale e nazionale. In assenza di dati comparabili, risulta inoltre impossibile paragonare puntualmente il caso italiano ad altri casi europei. Questa evidenza suggerisce però anche alcuni spunti di riflessione potenzialmente utili per la formulazione e la verifica di ipotesi interpretative meno rozze in futuro.

In primo luogo, l'interazione tra università e industria appare essere particolarmente debole sul piano della ricerca e sul piano dello stimolo diretto allo sfruttamento economico della ricerca stessa, cioè nelle due funzioni più recenti sulle quali si è maggiormente concentrata l'attenzione degli studiosi e soprattutto dei *policy maker* negli ultimi anni. E anche nei casi dove la collaborazione ha luogo istituzionalmente (come nei PNR del MURST), la partecipazione accademica risulta essere piuttosto marginale e non strettamente integrata con la ricerca industriale. Il numero molto limitato di iniziative concernenti i livelli di formazione post-laurea (specialmente i dottorati) può costituire una ulteriore, indiretta conferma della bassa integrazione tra università e industria sul piano della ricerca. Semmai, l'evidenza disponibile mostra come le iniziative congiunte università-industria tendano a concentrarsi su profili di

formazione meno ambiziosi della laurea, come i diplomi universitari e le lauree brevi. Da questo punto di vista, inoltre, risulta con sufficiente chiarezza dalle diverse fonti di informazioni utilizzate che la ricerca biologica ha svolto in misura molto inferiore la funzione di stimolo ed ampliamento delle relazioni università-industria rispetto ad altri paesi, dove la ricerca biologica ha costituito uno dei motori principali all'intensificazione dei rapporti tra ricerca accademica ed industriale.

In secondo luogo, le università non sembrano aver sufficientemente sviluppato strutture organizzative sistematiche per la gestione dei rapporti con l'industria. Al di là della consulenza individuale, la collaborazione si esplica soprattutto tramite la stipula di convenzioni-quadro con associazioni industriali ed enti pubblici locali, ed in misura molto minore attraverso lo sviluppo di strutture dedicate alla promozione, diffusione ed integrazione della ricerca accademica con la ricerca industriale all'interno delle università stesse. La difficoltà e la scarsa propensione delle università a costituire competenze e strutture organizzative interne a sostegno delle attività di commercializzazione e diffusione della ricerca è confermato anche dalla scarsissima propensione a brevettare in nome delle università, piuttosto che dei singoli ricercatori.

4. Verso un'interpretazione

4.1. Difficoltà nelle relazioni università-industria

Questi risultati non permettono di avanzare ipotesi specifiche, né tantomeno un modello, sulle cause del fenomeno. È però possibile avanzare delle congetture, informate dagli schemi concettuali discussi nella prima parte di questo lavoro e dall'evidenza empirica raccolta.

In primo luogo, sembra confermato che un vincolo fondamentale alle relazioni tra università ed imprese derivi dalla bassa produzione scientifica – soprattutto a livello internazionale – della ricerca accademica italiana. In altri termini, le università italiane falliscono in una delle funzioni prioritarie che esse dovrebbero svolgere, la generazione di nuove opportunità di innovazione tramite la scoperta

scientifiche. Semplicemente, esse hanno poco da offrire all'industria, su questo terreno²⁰.

Di fronte a questo risultato, il problema del trasferimento passa relativamente in secondo piano: provocatoriamente, se non c'è nulla da trasferire, risulta inutile concentrare l'attenzione su come facilitare i meccanismi di trasferimento delle conoscenze. In modo meno drastico, però, l'evidenza empirica conferma anche l'esistenza di notevoli difficoltà organizzative nello stabilire e gestire le relazioni con le imprese, soprattutto per quanto riguarda la ricerca. I dati non permettono di stabilire quanto ciò dipenda da problemi di incentivi, di debolezza delle strutture di trasferimento o dall'insufficiente sviluppo di competenze organizzative ed integrative. Molto probabilmente, tutti questi fattori sono presenti. Tuttavia, vi sono alcuni elementi che inducono a pensare che nelle università italiane sia in larga misura assente una cultura organizzativa capace di progettare e sostenere la gestione di relazioni organizzativamente complesse. Da un lato, esiste evidenza aneddotica che la ricerca italiana tenda ad essere particolarmente arretrata nei settori in cui la ricerca ha bisogno appunto di strutture organizzative complesse, grandi gruppi di ricerca interdisciplinare, forti investimenti in macchinari ed attrezzature sofisticate, relazioni dense con soggetti istituzionali differenziati. L'analisi dei dati CRUI e dei Programmi nazionali di ricerca del MURST non smentisce ma semmai fornisce indicazioni indirette a sostegno di queste intuizioni. Inoltre, l'esperienza nel complesso negativa delle istituzioni di trasferimento corrobora l'ipotesi che non sia certo sufficiente creare strutture specializzate nel trasferimento se queste non sono intimamente legate ai contesti accademici ed industriali. Diverse indagini hanno documentato, ad esempio, che i centri di trasferimento operino una selezione avversa, attirando cioè le imprese con minori capacità innovative e fornendo loro generici servizi di informazione, prove di laboratorio e formazione [CESPRI 1997;

²⁰ Evidenza aneddotica sembra infatti suggerire che in diversi casi imprese italiane si siano rivolte ad università estere. I dati suggeriscono anche l'ipotesi che questa debolezza sia relativamente maggiore in alcune discipline scientifiche «di frontiera» (ad esempio, la biologia), mentre non consentono di dire nulla sul ruolo relativo della ricerca di base rispetto alla ricerca applicata.

Kelley e Arora 1996; Viale 1998]. E si è già menzionato in precedenza che le imprese più innovative giudicano relativamente più importante il rapporto diretto con le università, piuttosto che con istituzioni intermedie [CESPRI 1997].

Più in generale, questi dati suggeriscono anche che in effetti la domanda industriale per la conoscenza prodotta dalle università sia molto limitata e non molto qualificata, sia nel caso delle grandi imprese che, a maggior ragione, delle piccole imprese. In effetti, non vi è alcun motivo per cui imprese non impegnate sistematicamente in attività innovative debbano sentire l'esigenza di stabilire rapporti con il mondo accademico. L'evidenza discussa in precedenza indica infatti che la collaborazione università-industria si concentra soprattutto sulla formazione e, in particolare, sui livelli formativi più bassi, come i diplomi universitari.

Nell'insieme, emerge un quadro caratterizzato da potenti e radicati circoli viziosi. Un sistema industriale strutturalmente poco incline alla ricerca e all'innovazione non stimola lo sviluppo di capacità di produzione scientifica e di forme e competenze organizzative atte a «trasferire» tali conoscenze. D'altro lato, l'accademia non è in grado di accrescere significativamente le competenze di ricerca delle imprese, neppure attraverso il canale più diretto e tradizionalmente più importante, cioè la formazione. Tanto meno, le università sono in grado di promuovere direttamente lo sviluppo economico attraverso la generazione di *spin-off* e/o la commercializzazione diretta dei risultati della ricerca. Da questi punti di vista, il sistema accademico italiano sembra aver in larga misura fallito in tutte le funzioni che essa può svolgere per il sistema industriale: dalla formazione, alla ricerca, alla promozione diretta di sviluppo economico.

4.2. Alle origini della separazione: una congettura sul ruolo del nesso ricerca-insegnamento

Individuare le cause che spieghino le ragioni di questo fallimento è un compito che va molto al di là degli scopi di questo lavoro. Esso richiede sicuramente un'analisi storica e sociologica, oltre che economica, molto dettagliata ed approfondita. Vorremmo, in questa sede, proporre solo alcuni spunti di riflessione.

Può essere utile partire da due considerazioni. Come si è discusso in precedenza, l'interazione tra università ed industria coinvolge contemporaneamente diverse funzioni e – nel caso americano – tali funzioni si sono gradualmente sovrapposte ed integrate le une alle altre. Parallelamente, i meccanismi cognitivi ed organizzativi che sottostanno all'interazione sono anche essi e sono crescentemente diventati molto articolati, differenziati e complessi. Nel tempo, le università e le imprese hanno sviluppato specifiche competenze e forme organizzative sempre più sofisticate per gestire le loro interazioni. È importante sottolineare, però, che questo processo è avvenuto gradualmente nel corso di molti anni: la costruzione di competenze organizzative ed integrative non avviene immediatamente ed automaticamente, ma richiede tempo e sforzi prolungati. Da questo punto di vista, non è particolarmente sorprendente che le università e le imprese italiane incontrino difficoltà ad interagire. Ciò deriva da una lunga storia di sostanziale estraneità, che non può essere modificata in tempi brevi. Il dinamismo osservato in questi ultimi anni costituisce quindi comunque un segnale incoraggiante.

Inoltre, è proprio la constatazione della debolezza dell'università italiana su tutte le funzioni ad essa assegnabili che suggerisce che alla base delle difficoltà attuali vi sia proprio l'incapacità di rafforzare, integrare e costruire nel tempo le nuove funzioni sulla base di quelle più tradizionali. Traendo spunto da importanti contributi di storici e sociologi delle istituzioni accademiche, è possibile avanzare l'ipotesi che l'università italiana non sia stata in grado di realizzare l'ultima rivoluzione proprio perché non ha mai in effetti compiutamente realizzato le precedenti rivoluzioni, in particolare per quanto riguarda l'integrazione tra ricerca ed insegnamento.

L'ipotesi che l'integrazione tra ricerca ed insegnamento abbia costituito un importante fattore che ha contribuito – insieme alle dimensioni del finanziamento pubblico e ad un sistema di finanziamento della ricerca pluralistico e competitivo – a rafforzare il sistema scientifico americano è stata avanzata in diverse occasioni [Ben-David 1977; Clark 1995; Braun 1994]. Motivazioni analoghe inducono ad ipotizzare che ciò abbia anche posto le basi per una maggiore integrazione tra università ed industria [Etzkowitz e Orsenigo 1998].

In estrema sintesi, infatti, l'esistenza di uno stretto nesso tra ricerca ed insegnamento tende ad aumentare la qualità della forma-

zione (almeno ad alto livello), la qualità della ricerca e contemporaneamente genera alcune delle competenze organizzative essenziali per stabilire e gestire relazioni con l'industria:

a) gli studenti tendono ad essere esposti alla pratica, piuttosto che ai soli risultati, della ricerca, tramite il contatto con il «maestro». Ciò permette loro l'assorbimento di quelle competenze tacite, non trasmissibili se non con l'interazione e la pratica, che costituiscono un elemento essenziale nella conduzione di ricerca di alto livello;

b) i docenti beneficiano dall'integrazione delle loro attività di ricerca con l'insegnamento perché ciò permette loro di avere un salario di base indipendente dagli esiti delle loro ricerche e, soprattutto quando essa coinvolge corsi post-universitari, perché permette loro di avvalersi di una competente collaborazione da parte degli aspiranti ricercatori;

c) l'integrazione ricerca-insegnamento tende a dare luogo a gruppi di ricerca che costituiscono un'unità organizzativa specifica, entro la quale si apprende anche la componente organizzativa della ricerca [Etzkowitz 1994b]. Il direttore del gruppo di ricerca finisce per comportarsi sempre di più come un manager e gli studenti, nel corso del tempo, vengono crescentemente coinvolti in attività di tipo «manageriale». Meccanismi competitivi di finanziamento della ricerca ovviamente rafforzano questa tendenza. La formazione e la crescita di queste unità organizzative su scala relativamente elevata e l'apprendimento di competenze organizzative sono una pre-condizione essenziale per il successivo sviluppo di attività di ricerca accademica orientate allo sfruttamento commerciale della ricerca (ad esempio, mediante la formazione di *spin-offs*);

d) l'integrazione di laureati (Ph.D) nei laboratori delle imprese costituisce infine un meccanismo fondamentale per mantenere e sviluppare il contatto tra università e industria. Per le imprese la disponibilità di quadri formati mediante la pratica della ricerca non costituisce solo un efficace canale di trasmissione di conoscenze e competenze dall'università all'industria, ma anche e soprattutto un meccanismo fondamentale per costruire capacità di assorbimento: coloro che vengono formati sulle pratiche della ricerca, sugli aspetti più avanzati della stessa e che apprendono le metodologie di conduzione della stessa, saranno poi in grado di comprendere gli avanzamenti scientifici e di renderli funzionali, quando possibile, alle esi-

genze dell'industria. In altri termini, risulta difficile immaginare che le imprese possano capire la rilevanza della ricerca in generale, prima ancora che valutarne la qualità, in assenza di personale che abbia esperienza pratica di ricerca²¹.

Il modello delle università come luoghi in cui si integrassero ricerca e insegnamento fu inventato – come è noto – in Germania (Prussia) agli inizi del secolo scorso da Wilhelm von Humboldt. La realizzazione effettiva di questo principio incontrò tuttavia notevoli difficoltà e, in generale, nei sistemi accademici dei paesi dell'Europa continentale l'ideale humboldtiano fu assorbito nella pratica solo in misura molto parziale e differenziata. Non è possibile ripercorrere in questa sede le vicissitudini del nesso tra ricerca ed insegnamento nel tempo e tra paesi: esso si è sviluppato in modo molto diverso nei sistemi accademici nazionali. Per gli scopi di questo lavoro, può essere sufficiente sottolineare che il principio dell'integrazione tra ricerca ed insegnamento si sviluppò in modo relativamente più compiuto negli Stati Uniti, soprattutto mediante due innovazioni organizzative: la creazione del livello post-universitario e dei suoi corsi come un secondo strato nel sistema educativo e l'emergere del dipartimento come l'unità operativa di base che organizza i soggetti verticalmente, collegando il primo ed il secondo strato.

Entrambe queste soluzioni organizzative consentirono di far fronte alle principali difficoltà che ostacolavano la realizzazione del nesso ricerca-insegnamento nei principali paesi dell'Europa continentale. In primo luogo, la creazione di un livello di studi *post-graduate*, apparsa nel ventesimo secolo come un'anomalia ed una novità a livello mondiale, non sostituì ma si affiancò ai *colleges*, finalizzati a fornire un'istruzione di base di tipo generale. Si generò così una divisione del lavoro verticale che evitò la competizione tra i due livelli educativi, il primo avente lo scopo di fornire istruzione generale ed il secondo di creare scienza di tipo specializzato, affiancando gli studenti di dottorato ai professori nelle attività di laboratorio e nei seminari. Ciò ebbe il risultato di «proteggere»

²¹ Il caso della ricerca biomedica nell'«era della biologia molecolare» rappresenta da questo punto di vista un esempio piuttosto chiaro [Henderson 1994; Henderson *et al.* 1998; Thomas 1994; Lamoreaux e Galambos 1997; Orsenigo 1997].

la ricerca dalle pressioni, in termini di tempo e risorse, dell'insegnamento di carattere generale tipico del livello *undergraduate*, soprattutto con l'affermazione dell'università di massa. In secondo luogo, nell'università «verticale» [Clark 1995], il dipartimento accademico divenne l'unità integrativa che tiene insieme i diversi livelli, occupandosi di discipline che vanno dai corsi introduttivi per le matricole alla tesi di dottorato. Al tempo stesso, insieme alle relative unità di ricerca organizzate nel campus, il dipartimento è un luogo in cui i membri dei gruppi di ricerca forgiavano relazioni di lavoro basate sulla ricerca. In questi contesti locali, l'attività di ricerca della facoltà diventa un modo per insegnare e per gli studenti un modo per imparare, sempre affiancata da corsi che integrino le conoscenze acquisite nei corsi *undergraduate*, insufficienti nel fornire gli strumenti specifici di una disciplina a causa della mole di lavoro cui li sottopone l'istruzione di massa. Infine, il dipartimento è per natura una forma organizzativa più flessibile ed interdisciplinare rispetto all'istituto, che ha rappresentato invece l'unità organizzativa fondamentale delle università dell'Europa continentale: meno strettamente dipendente da una sola persona nell'indirizzare ricerca ed insegnamento e sottoposto in misura molto minore all'egemonia del singolo professore rispetto al controllo collegiale del gruppo disciplinare, più pronta a rispondere alle esigenze create dalla crescita delle discipline accademiche moderne (ad esempio, con l'inserimento di nuove discipline), strutturalmente più orientata alla interazione tra campi di ricerca diversi e quindi all'ottenimento di economie di scopo, anche all'interno di un singolo raggruppamento disciplinare.

Queste soluzioni organizzative non solo favorirono la qualità della ricerca e della formazione alla ricerca, ma permisero anche di mantenere e sviluppare rapporti più stretti con l'industria, preservando e favorendo l'interazione tra la pratica della ricerca, la pratica professionale e la formazione all'interno di una singola istituzione.

In Germania, in Francia ed in parte in Gran Bretagna, invece, il proseguimento degli studi post-laurea con attività di formazione alla ricerca ha seguito un percorso organizzativo diverso. I candidati al dottorato diventavano «studenti ricercatori» o parte dello staff accademico, venendo frequentemente liberati da obblighi di frequenza a corsi istituzionali e solo in anni recenti questa caratteristica ha

gradualmente cominciato a modificarsi. Analogamente, fino a tempi recenti e comunque in modo molto meno sistematico rispetto agli Stati Uniti, in Europa continentale, l'unità organizzativa fondamentale è stato non il dipartimento, ma l'istituto.

Una delle conseguenze importanti che ne derivarono fu la tendenza soprattutto in Germania e in Francia a «liberare» la ricerca dal peso dell'insegnamento mediante la costituzione di istituzioni quasi esclusivamente dedicate alla ricerca stessa.

In Germania, la ragione forse più importante della mancata realizzazione dell'idea originale dell'integrazione tra ricerca ed insegnamento fu l'emergenza già nel secolo scorso di discipline e tipologie di ricerca che non si adattavano facilmente ad essere sistemate nelle tradizionali discipline insegnate nei corsi universitari istituzionali e non facilmente insegnabili a livelli che oggi vengono definiti *undergraduate*, perché troppo specialistiche per essere di qualche interesse per chi non volesse diventare ricercatore in quel campo. A questo problema si fece fronte con la separazione istituzionale della ricerca dall'insegnamento, prima all'interno dell'università attraverso la concentrazione delle attività di ricerca in appositi «istituti» di ricerca che erano organizzazioni di ricerca legate ad alcuni professori influenti virtualmente separate dall'università, e in seguito – nel 1911, con la fondazione della Kaiser Wilhelm Gesellschaft – creando istituzioni finalizzate alla conduzione esclusivamente di attività di ricerca, senza alcuna assunzione di funzioni formative. I laboratori, i seminari e gli istituti divennero unità finanziariamente autonome e slegate dall'università, in quanto dipendenti direttamente dal governo; «i seminari e gli istituti divennero stabilimenti pubblici in sé, finanziariamente e legalmente responsabili di fronte allo Stato, di solito in modo diretto e scavalcando gli organi universitari» [Clark 1995, pag. 28]. Come risultato di questa separazione, si ebbe lo sviluppo di un'organizzazione universitaria strutturalmente debole. Queste caratteristiche avrebbero costituito in seguito un punto di debolezza strutturale, in modo lieve all'inizio del '900 e poi più grave con l'espandersi delle università in seguito al sorgere dell'educazione di massa. Quindi non fu l'università a guidare l'azione del sistema tedesco: furono gli istituti, i seminari, i laboratori, gli ospedali controllati da una cattedra a determinare il successo del sistema universitario tedesco a livello operativo.

In Francia, la separazione tra ricerca ed insegnamento costituisce una caratteristica distintiva del sistema fin dal periodo napoleonico. Come è noto, il sistema accademico francese è caratterizzato in primo luogo dalla marcata dicotomia tra *grandes écoles*, scuole avanzate deputate alla selezione, alla formazione e alla fornitura di un'occupazione alle élites, e università, che svolgono attività di insegnamento ma con uno status ed un supporto finanziario molto inferiori. In secondo luogo, la ricerca viene invece svolta fondamentalmente in organizzazioni esterne all'università, come il CNRS. Il sistema esterno all'università viene per primo in tutti gli aspetti²². Il CNRS fu creato negli anni trenta come fusione di precedenti organi di finanziamento della ricerca, precisamente allo scopo di sponsorizzare gli istituti di ricerca compresi al suo interno; ciò rispondeva alla tendenza dell'epoca di escludere anche in via ufficiale le università dai vertici di comando della ricerca. Negli anni '50 e '60 il governo francese creò altri centri di ricerca pubblici indipendenti dal CNRS finalizzati allo svolgimento di attività di ricerca in campi specifici come quello dell'energia atomica, dell'oceanografia e quello aerospaziale. La maggior parte dei laboratori del CNRS hanno sede all'interno delle università; questo implica che ricercatori a tempo pieno del CNRS sono stabilmente inseriti nella struttura (fisica) delle università; in secondo luogo, dato che i laboratori portano finanziamenti e prestigio all'università che li accoglie, sono i laboratori e non le università a trovarsi in una posizione sostanzialmente più avvantaggiata dal punto di vista della negoziazione delle condizioni di inserimento; essi rimangono indipendenti finanziariamente e operativamente dall'università ospitante. L'esistenza e l'intensità di un nesso tra ricerca ed insegnamento in Francia dipende quindi essenzialmente dal CNRS e dalle sue decisioni in merito a quali università coinvolgere nelle attività di ricerca; questo ha originato l'esistenza di una scala nell'intensità di coinvolgimento delle università in attività di ricerca, per cui si ha ad un estremo l'università ad alta intensità di ricerca (secondo modalità e direzioni guidate dall'esterno) e all'altro l'università che svolge solo attività di insegnamento.

²² Tale primato ha profonde radici storiche: già nel 1868 l'École Pratique des Hautes Études e l'Institut Pasteur svolgevano attività di ricerca e di formazione alla ricerca al di fuori dell'università.

In conclusione si può dire che nel caso francese non si ha un'integrazione tra ricerca ed insegnamento che trovi totale concretizzazione all'interno dell'università, perché storicamente i percorsi seguiti da coloro che hanno svolto funzioni educative e da coloro che invece si sono dedicati ad attività di ricerca hanno seguito binari diversi, senza che ci siano stati grandi tentativi per farli convergere.

Sia in Francia che in Germania, si venne così costituendo un sistema fondato su gradi elevati di divisione del lavoro, definibile come un *sistema basato sulla specializzazione istituzionale* [Etzkowitz e Orsenigo 1998]. Negli Stati Uniti, invece le università hanno nel tempo gradualmente esteso le loro funzioni e si è imposto un *sistema integrato fondato sulle università*: cioè, dove la ricerca è condotta in primo luogo (ma non esclusivamente) dalle università e la differenziazione per funzioni (ad esempio, *teaching universities* e *research universities*) avviene comunque all'interno del sistema accademico. Tendenze analoghe si manifestano anche nel caso delle relazioni università-industria: mentre in Europa continentale, il modello che si è gradualmente affermato implica molto spesso la costituzione di organizzazioni *ad hoc*, specializzate nella funzione del trasferimento, negli Stati Uniti è prevalso ancora un modello in cui le attività di interazione con le imprese sono svolte all'interno delle università stesse²³.

²³ Il caso inglese è più vicino al modello americano, ma se ne differenzia per alcune importanti caratteristiche. Esso condivide con il modello americano il ruolo dei dipartimenti ed il ruolo centrale delle università nel sistema della ricerca. Le maggiori differenze riguardano la dimensione molto minore dei dipartimenti. Durante tutto il XIX secolo l'approccio britannico all'organizzazione universitaria non considerò la ricerca come una funzione primaria dell'università che doveva essere posta alla base dell'insegnamento. Oxford e Cambridge esercitavano un'enorme influenza, al punto che anche le nuove università, anche se comprensive di dipartimenti, erano caratterizzate da un approccio analogo per quanto attiene la didattica.

Un potenziamento consistente delle attività di ricerca intervenne relativamente tardi in reazione al progresso scientifico e all'introduzione di programmi di formazione alla ricerca in altri paesi; ad esempio il Ph.D. fu introdotto solo cinquant'anni dopo la sua nascita negli Stati Uniti. La ricerca trovò sistemazione all'interno delle facoltà, sviluppandosi nei dipartimenti con un marcato orientamento *undergraduate*, per essere correlata con l'insegnamento. Il sistema di ricerca si è quindi sviluppato nel tempo più all'interno che all'esterno dell'università. Gli accademici bri-

Come già si è avuto modo di osservare, l'ipotesi che la segregazione dell'attività di ricerca in istituzioni specializzate abbia avuto effetti complessivamente negativi sulla qualità della ricerca e soprattutto sulla sua capacità di esercitare un impatto sulla ricerca industriale in molti paesi europei è un tema ricorrente nelle discussioni su questi problemi. L'argomentazione più frequentemente utilizzata è fondata sull'ipotesi che la ricerca abbia assunto un carattere eccessivamente *mission oriented* e dominata da interessi e competenze troppo remote dalla realtà industriale. D'altro lato, vi sono inoltre – ovviamente – numerosi casi in cui istituzioni di ricerca diverse dalle università non solo producono ricerca di altissimo livello, ma sono anche in grado di collaborare sistematicamente con l'industria. Altre autorevoli opinioni sostengono infine che le esigenze della ricerca e quelle dell'insegnamento tendono a divergere in misura sempre più drastica e che quindi l'ideale humboldtiano non è più attuale né praticabile [Williams 1996].

Vale forse la pena sottolineare però che in ogni caso la separazione tra ricerca ed insegnamento rischia di recidere alcuni canali fondamentali che sono alla base di relazioni stabili ed equilibrate tra ricerca e industria: in particolare, la formazione di personale, che rimane un canale fondamentale di trasmissione di competenze scientifiche e di competenze organizzative dall'università all'industria e viceversa.

tannici hanno trovato la loro modalità di specializzazione disciplinare nella forma dei dipartimenti, cui è sottesa la convinzione che la ricerca è parte del ruolo di tutto lo staff accademico; secondo questo approccio si sono sviluppate speciali linee di finanziamento, che hanno mantenuto la ricerca all'interno dell'università. Ai fini dell'integrazione di ricerca ed insegnamento, il sistema britannico ha quindi prodotto un insieme di punti di forza e di debolezza distintivi. Le condizioni favorevoli sono consistite nella dimensione ristretta, nella elevata selettività e nell'alta qualità che hanno portato a relazioni personalistiche tra studenti ed insegnanti; questo sistema ha permesso alla scienza britannica di essere all'avanguardia in diverse aree di ricerca scientifica. Le debolezze si sono manifestate soprattutto a livello post-universitario, soprattutto per gli alti costi di un'organizzazione basata su unità di piccole dimensioni. I grandi dipartimenti sono solitamente meglio organizzati per ottenere finanziamenti da fonti esterne, per attirare gli scienziati più illustri, per creare vaste comunità di pari in cui funzionino i meccanismi di incentivo tipici di queste, creando in tali modi sostanziali esternalità positive per la qualità e l'ampiezza della formazione alla ricerca riservata agli studenti.

Conclusioni

L'argomentazione essenziale di questo lavoro può essere così riassunta:

a) le relazioni università-industria appaiono essere in Italia piuttosto deboli e sporadiche, anche se si osserva, negli ultimi anni, un incoraggiante dinamismo. Esse si concentrano soprattutto sul versante della formazione – in particolare per quanto riguarda i diplomi – e molto meno sul versante della ricerca. In ogni caso, la collaborazione nella ricerca appare essere concentrata in poche discipline scientifiche ed università e, anche quando essa ha luogo, la ricerca accademica sembra avere un ruolo relativamente marginale;

b) le università italiane sembrano ancora trovarsi nei primi stadi di un processo di sviluppo di strutture organizzative – anche semplici – per promuovere e gestire i rapporti con l'industria e – tanto meno – lo sfruttamento economico della ricerca. L'interazione con le imprese sembra avere comunque soprattutto un carattere fortemente locale. Da questo punto di vista, le università italiane appaiono soprattutto impegnate in uno sforzo di rinsaldare le due funzioni più tradizionali svolte nei confronti dell'industria, cioè la formazione e l'assistenza tecnica alle imprese locali, mentre maggiori ritardi si osservano sul terreno della ricerca e su quello dell'assunzione di responsabilità dirette come agenti di sviluppo economico;

c) in generale, i rapporti università-industria sono frenati dall'operare di radicati circoli viziosi che coinvolgono la scarsa capacità scientifica e organizzativa delle istituzioni accademiche da un lato e il basso impegno in attività innovative da parte delle imprese, sia le grandi che le piccole, dall'altro.

Le motivazioni di questa situazione sono molteplici e comunque sono intimamente legate alla evoluzione storica dei sistemi accademici e del sistema industriale. In particolare, né le università né le imprese sembrano essere state in grado di mantenersi al passo degli *shocks* che hanno caratterizzato l'evoluzione delle loro relazioni in altri paesi negli ultimi decenni: in particolare le rivoluzioni scientifico-tecnologiche legate all'emergere della microelettronica e della biologia molecolare e la crisi dei settori «tradizionali» su cui si fon-

davano, essenzialmente mediante il ricorso alla consulenza individuale, le relazioni tra industria ed istituzioni accademiche.

Non è compito né ambizione di questo lavoro, impegnarsi nell'analisi di dettagliate implicazioni di intervento. L'attribuzione di maggiore autonomia alle università costituisce senza dubbio un primo passo, assolutamente necessario, dell'evoluzione del sistema accademico. Esso è però solo la cornice entro la quale deve trovare spazio la riflessione sugli altri problemi. Sulla base dello schema interpretativo suggerito, è possibile avanzare alcune notazioni di massima:

– In primo luogo, la constatazione «generale» che i processi di «trasferimento» della conoscenza sono tipicamente articolati e complessi sia dal punto di vista cognitivo che da quello organizzativo assume a maggior ragione importanza nel caso della interazione tra università ed industria, dove sono coinvolte funzioni, forme di conoscenza, comportamenti e strutture organizzative differenziate che sono gradualmente cresciute nel tempo. Sia dal punto di vista cognitivo che da quello organizzativo, le funzioni e le forme delle relazioni tra università ed industria sono fortemente complementari e strettamente interrelate tra loro. L'interazione richiede quindi lo sviluppo di specifiche competenze organizzative ed integrative, sia dal lato delle imprese che dal lato delle istituzioni accademiche. Ciò suggerisce che i tentativi di rafforzare l'interazione tra università e industria debbano riconoscere e partire dall'esigenza di un approccio integrato ai problemi. La capacità di interagire dipende – in altri termini – in primo luogo da un drastico irrobustimento delle capacità delle università di soddisfare una delle loro missioni tradizionali, cioè la produzione di conoscenza scientifica di livello internazionale su larga scala.

– L'integrazione tra ricerca ed insegnamento costituisce, storicamente e logicamente, una pre-condizione essenziale per lo sviluppo di tali competenze e il canale principale attraverso cui si possono instaurare circoli virtuosi tra ricerca universitaria e ricerca industriale. Da questo punto di vista, il problema non è soltanto italiano, ma comune a diversi paesi dell'Europa continentale. Esso appare però particolarmente grave in Italia, soprattutto in relazione alla minore capacità di produzione scientifica ad alto livello. La definizione concreta di come ciò possa essere realizzato nella pratica è certamente difficile e non immediatamente immaginabile «a tavolino».

Molto probabilmente, il rafforzamento di questo nesso implica un ridisegno complessivo sia dell'articolazione degli studi universitari, in particolare con una maggior attenzione, rispetto a quanto sembra esservi oggi, alla formazione *post-graduate*, sia di alcuni principi organizzativi delle università (come l'effettiva affermazione dei dipartimenti come unità organizzativa fondamentale), sia delle procedure di finanziamento della ricerca universitaria (ad esempio, non solo tentando di eliminare il meccanismo perverso dei piccoli finanziamenti a pioggia, ma favorendo al tempo stesso il pluralismo delle fonti di finanziamento e la competizione nell'allocazione dei fondi).

– Il sistema universitario deve tornare ad essere effettivamente il nocciolo duro di ciò che oggi viene definito «il sistema di trasferimento», mediante lo sviluppo, la differenziazione e la specializzazione di queste funzioni al suo interno, piuttosto che attraverso la proliferazione di agenti intermedi che trovano difficoltà a connettersi sia con le università che con le imprese.

– Il rafforzamento delle relazioni università-industria richiede misure di intervento che agiscano contemporaneamente sugli *incentivi* ad un maggiore coinvolgimento delle istituzioni accademiche in attività direttamente legate alle esigenze delle imprese e sulle *competenze*, scientifiche e organizzative, che sono necessarie per svolgere efficacemente queste funzioni. Gli incentivi da soli non sono sufficienti e, anzi, possono distorcere i processi di accumulazione di competenze verso direzioni eccessivamente focalizzate sul breve periodo e comunque di basso profilo.

Progetto di ricerca

Innovazione tecnologica e università

1. L'università dispone di un ufficio appositamente dedicato alla gestione delle convenzioni/contratti di ricerca con le imprese?
Sì No
 - 1.1. Se sì, da quale anno è attivo l'ufficio? _____
2. L'università ha sviluppato tipologie di contratto standard per la ricerca svolta su commissione o in collaborazione con le imprese?
Sì No
 - 2.1. Se sì da quale anno? _____
 - 2.2. Se sì, tali tipologie di contatto standard, sono differenziate per:
 - disciplina scientifica/oggetto della prestazione (indicare);
 - importo (indicare);
 - natura del committente/partner (indicare);
 - altro (indicare).
3. L'università ha sviluppato altre procedure specifiche e sistematiche per promuovere e gestire i rapporti con le imprese (es. «sportelli», *liaison offices*, ecc.)?
Sì No
 - 3.1. Se sì, può indicare quali e da quale anno?
4. L'università ha sviluppato negli ultimi cinque anni convenzioni–quadro con imprese/associazioni industriali per regolare e promuovere i rapporti con le imprese?
Sì No

4.1. Se sì, può indicare quali?

| Denominazione/oggetto principale | Anno di costituzione | Ammontare complessivo |
|----------------------------------|----------------------|-----------------------|
|----------------------------------|----------------------|-----------------------|

- a)
- b)
- c)
- d)

5. L'università ha sviluppato negli ultimi cinque anni altre iniziative-quadro o specifici progetti di ricerca congiunti con imprese/associazioni industriali per la promozione, diffusione, integrazione della ricerca accademica con la ricerca industriale?

Sì No

5.1. Se sì, può indicare quali?

| Denominazione | Anno di costituzione | Ammontare complessivo | Partner |
|---------------|----------------------|-----------------------|---------|
|---------------|----------------------|-----------------------|---------|

- a)
- b)
- c)
- d)

6. L'università ha sviluppato negli ultimi cinque anni altre specifiche forme di collaborazione con parchi scientifici e tecnologici?

Sì No

6.1. Se sì, può indicare quali?

| Denominazione | Anno di costituzione |
|---------------|----------------------|
|---------------|----------------------|

- a)
- b)
- c)
- d)

7. L'università ha attualmente in corso progetti di ricerca congiunti con imprese estere?

Sì No

7.1. Quanti?

Appendice 2. Finanziamenti industriali alla ricerca universitaria.

| | Variabili dipendenti | | | |
|------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | TERZI | PRIV | CONV | CONV |
| Variabili Indipendenti | | | | |
| Intercetta | -46.47 (-0.45) | 43.437 (0.383) | 136.062** (2.360) | 141.871** (2.446) |
| ARTIT | -0.112 (-0.765) | -0.160* (-1.953) | -0.160* (-1.953) | 0.013*** (3.010) |
| ARTEST | 2.148*** (9.180) | 0.642*** (4.910) | 0.642*** (4.910) | 0.026*** (3.796) |
| PRODIT 10* | -47E-09 | -2.72E-08* | 4.06E-09 | -2.51E-10 -6.98E- |
| PRODEST | (-0.385) -324E-08 (-1.348) | (-1.952) 9.04E-08*** (3.841) | (0.575) -3.52E-08*** (-2.620) | (-0.157) -2.86E-09 (-0.238) |
| PERS | 0.038 (0.385) | 0.245* (2.261) | 0.013 (0.240) | 0.002 (0.556) |
| ANNO | -0.319 (-0.327) | -1.641 (-1.561) | -1.631*** (-2.984) | -1.738*** (-3.229) |
| DN | 50.510 (1.237) | 104.217* (2.300) | 16.810 (0.736) | -0.025 (-0.850) |
| DS | -3.174 (-0.072) | 14.957 (0.305) | -37.078 (-1.508) | 0.400 (0.330) |
| DFIS | -107.639 (-1.243) | 11.742 (0.123) | -20.073 (-0.414) | -1.222 (-0.936) |
| DCHIM | 68.581 (0.782) | 183.482* (1.893) | 51.607 (1.053) | 0.478 (0.395) |
| DTER | 136.723* | 147.791 | 44.278 | 8.202*** (3.148) |
| | | | 1.305 | 1.879 |

segue Appendice 2.

| | Variabili dipendenti | | | |
|------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | TERZI | PRIV | CONV | |
| Variabili Indipendenti | | | | |
| DBIO | (1.659) 54.262 (0.618) | (1.602) 193.070** (1.990) | (0.961) 107.526** (2.190) | (0.533) 1.743 (0.668) |
| DMED | 314.187** (3.107) | 725.112*** (7.068) | 257.522*** (4.553) | 10.792*** (3.590) |
| DAGR | 617.334*** (5.640) | 663.977*** (5.443) | 66.212 (1.081) | 9.529*** (2.929) |
| DINGCIV | 393.331*** (4.389) | 394.434*** (3.937) | 55.812 (1.114) | 7.293*** (2.738) |
| DINGIND | 499.121*** (5.476) | 481.639*** (4.716) | 182.736*** (3.585) | 8.422*** (3.101) |
| DINFO | 218.355** (2.264) | 268.582** (2.489) | 72.715 (1.348) | 8.605*** (3.002) |
| DANT | 60.574 (0.735) | 54.974 (0.601) | -3.409 (-0.074) | -0.377 (-0.154) |
| DSTO | 54.740 (0.647) | 48.786 (0.519) | 11.129 (0.235) | 0.722 (0.287) |
| DGIU | 64.024 (0.862) | 44.041 (0.530) | 3.647 (0.930) | 0.376 (0.170) |
| DECO | 131.710 (1.401) | 106.957 (1.018) | 93.191** (1.772) | 2.298 (0.822) |
| | | | | (0.726) 3.532 (1.298) 20.114*** (6.990) 11.496*** (3.360) 7.977*** (2.839) 7.955*** (2.777) 9.261*** (3.060) 0.735 (0.287) 1.757 (0.667) 0.584 (0.251) 2.592 (0.880) |

segue Appendice 2.

| | Variabili dipendenti | | | |
|------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| | TERZI | PRIV | CONV | CONV |
| Variabili Indipendenti | | | | |
| SAMPLE (ADJUSTED) | 1 458 | 1458 | 1458 | 1458 |
| INCLUDED OBSERVATIONS | 452 | 452 | 452 | 452 |
| R-SQUARED | 0.458 | 0.269 | 0.227 | 0.347 |
| ADJUSTED R-SQUARED | 0.432 | 0.234 | 0.193 | 0.316 |
| AKAIKE INFO CRITERION | 11.804 | 10.642 | 10.689 | 4.772 |
| SCHWARZ CRITERION | 12.004 | 10.842 | 10.871 | 4.973 |
| LOG LIKELIHOOD | -3287.083 | -3024.377 | -3037.178 | -1697.953 |
| F-STATISTIC | 17.328*** | 7.549*** | 6.669*** | 10.906*** |

Note: valori di t robusti all'eteroschedasticità nelle parentesi.

* Significativo allo 0,10%.

** Significativo al 5%.

*** Significativo all'1%.

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

Fabrizio Cesaroni e Alfonso Gambardella

Premessa

Il tema dell'interazione tra scienza e tecnologia, tra realtà accademica e imprenditoriale, ha acquisito crescente interesse negli ultimi anni, dal momento in cui la capacità innovativa delle imprese è risultata strettamente dipendente dallo stock mondiale di conoscenze scientifiche e tecnologiche. Ciò ha condotto la letteratura a rivedere il ruolo per troppo tempo trascurato della ricerca scientifica per l'industria ed ha condotto l'esperienza pratica a strutturare soluzioni organizzative che permettessero di ridurre il *gap* tra i due contesti. In quest'ottica si inquadra il tema dei parchi scientifici e tecnologici, nati negli anni '60 negli Stati Uniti come promotori di crescita scientifica finalizzata alle esigenze applicative ed industriali (o, viceversa, promotori di crescita innovativa ed industriale mediante lo sfruttamento delle competenze scientifiche).

Dal momento della loro introduzione ad oggi, il loro ruolo, le caratteristiche costitutive, organizzative e operative si sono evolute, seguendo di pari passo i cambiamenti dell'ambiente economico internazionale e soprattutto tecnologico. Quest'ultimo, ultimamente caratterizzato da un processo di progressiva modularizzazione della tecnologia che rende conveniente l'organizzazione del lavoro innovativo in una divisione tra (pochi) produttori mondiali di moduli di tecnologie generali (*general purpose technologies*) e (molti) utilizzatori localizzati degli stessi.

Il successo riscontrato dai primi parchi scientifici li ha idealizzati come strumenti capaci di generare sviluppo e crescita economica in contesti caratterizzati da ritardo di sviluppo. L'adozione di questa ot-

tica ha però comportato una estensione delle finalità ad essi assegnate, a cui ha dovuto far seguito un cambiamento degli elementi costitutivi e operativi. A fianco ai servizi di trasferimento tecnologico, i parchi hanno dovuto implementare servizi di assistenza manageriale, commerciale e finanziaria a supporto di tessuti variegati di piccole imprese, spesso non in grado di esplicitare autonomamente i bisogni innovativi. Del resto, dal punto di vista tecnologico, la possibilità di attuare una divisione del lavoro innovativo tra produttori di tecnologie generali e utilizzatori in mercati applicativi lontani e dimensionalmente ristretti, ha permesso anche ai parchi di nuova costituzione di recuperare competitività nei confronti dei grandi detentori mondiali di conoscenze scientifiche e tecnologiche. L'adozione di questa nuova filosofia, però, rappresenta una sfida al concetto storico di parco scientifico: la sfida di promuovere strutture in contesti che originariamente non possiedono i requisiti minimi per la loro sopravvivenza. Anzi, obiettivo del parco diventa proprio di essere promotore delle condizioni che ne dovrebbero garantire il successo.

Scopo del lavoro è di approfondire l'analisi di questi temi e delle loro implicazioni, al fine di giungere alla definizione di una serie di azioni strategiche che i parchi scientifici italiani possono adottare per vincere la sfida lanciata. Il percorso seguito parte dall'analisi in atto nel contesto tecnologico internazionale, con il graduale passaggio ad una struttura industriale basata sulle *general purpose technologies*. Sulla base di queste si individueranno in prima approssimazione le caratteristiche che devono essere adottate in generale da un parco scientifico. Si è quindi cercato di studiare l'evoluzione della concezione di parco nei vari contesti internazionali, evidenziandone peculiarità ed omogeneità.

Nell'ambito italiano i parchi scientifici sono comparsi relativamente tardi (attorno agli anni '80), inizialmente con singole iniziative e poi gradualmente con una certa diffusione. Al punto che attualmente quasi ogni regione ospita una realtà di questo tipo. L'analisi condotta, anche con l'ausilio di un'indagine campionaria e con lo studio di numerosi casi, ha permesso di verificare le differenze tipologiche esistenti e di individuare i punti di forza e di debolezza presenti nelle varie realtà.

Si è così giunti alla definizione delle azioni «politiche» necessarie per garantire coerenza tra obiettivi prefissati e strutture realiz-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

zate. Si ritiene che si debba agire in quattro direzioni. La prima attiene al ruolo del management del parco, ritenuto primo responsabile del successo dello stesso. Affinché i loro comportamenti possano risultare adeguati alle necessità che ogni parco evidenzia, devono essere opportunamente incentivati. La definizione di una struttura di incentivi per i manager risulta la prima direzione sulla quale muoversi. Allo stesso tempo, si individuano anche direzioni più operative, legate ai servizi che i parchi devono offrire alle imprese e alle istituzioni a cui fanno riferimento. Ed i servizi sui quali le strutture esistenti hanno evidenziato una carenza sono quelli finanziari e commerciali, complementari a quelli di sviluppo innovativo. Infine, l'ultima direzione si riferisce alla necessità che i parchi adottino una filosofia gestionale diretta all'apertura internazionale, sia per gli aspetti legati alle risorse finanziarie, sia per il capitale umano e conoscitivo.

1. Passato e presente del concetto di parco scientifico e tecnologico

1.1. La nascita dell'idea di parco scientifico e tecnologico

Il concetto di parco scientifico e tecnologico (PST) non è sicuramente recente. La sua introduzione risale ai primi anni '50 quando negli Stati Uniti sono comparse le prime forme che mettevano insieme, mediante l'agglomerazione spaziale, competenze scientifiche e tecnologiche con esperienze imprenditoriali e commerciali, spesso implicitamente appoggiate dalle autorità pubbliche che vedevano perseguire in questo modo anche obiettivi sociali più ampi. Così, nel 1950 nasceva lo Swearingen Research Park a Norman (Oklahoma), nel 1951 si avviavano le iniziative dello Stanford Research Park a Stanford (California) e del Cornell Research Park di Ithaca (New York) e nel 1959 aveva inizio il Research Triangle Park in North Carolina.

Lo sviluppo del concetto si è avuto solo dopo i primi successi di alcune iniziative ed il termine di parco scientifico e tecnologico si è legato, nel pensiero comune, solo ad alcuni «padri fondatori» [Lacave 1997]: negli Stati Uniti, la Silicon Valley con il suo Stanford Research Park, la Route 128 in Massachusetts ed il Research Trian-

gle Park; in Gran Bretagna, l'Heriot-Watt Research Park di Edinburgo ed il Cambridge Science Park; in Francia, Sophia Antipolis a Nizza e Grenoble-Meylan.

Negli anni '80 tutti i paesi industrializzati, in maniera più o meno diffusa, hanno assistito al sorgere di numerose iniziative di PST, secondo un percorso di crescita che tutt'oggi non sembra arrestarsi. In questo periodo, le crisi petrolifere e la crescente globalizzazione dell'economia hanno fatto sì che la capacità competitiva delle imprese fosse sempre più legata alla loro abilità ad innovare. Ed hanno reso evidente che la capacità produttiva dipende sempre più dallo stock di conoscenze scientifiche e tecnologiche non solo interne alle imprese, ma soprattutto esterne e da attivare attuando nuove forme di collaborazione. Il modello storico innovativo, che vedeva le fasi di ricerca pura, ricerca applicata e sviluppo industriale come una sequenza lineare di azioni, ha gradualmente rivelato la sua inefficacia teorica e pratica [Steinmueller 1994]. Al punto che lo sviluppo dei meccanismi di interfaccia tra università e industria, tra scienza e tecnologia, è stata la risposta naturale a questa tendenza. Ed il concetto di parco scientifico e tecnologico ne rappresenta una componente rilevante.

1.2. Il processo di modularizzazione della tecnologia

Prima di addentrarsi nello studio dei parchi è necessario fare una premessa sulla natura dei processi di sviluppo tecnologico, alla luce dei cambiamenti attualmente in atto. Il sistema internazionale delle conoscenze sta subendo un profondo cambiamento che si ripercuote anche sul sistema industriale ed innovativo [Arora, Gambardella e Rullani 1997]. Mentre è lecito aspettarsi che il processo di produzione delle innovazioni presenti delle economie di scala (rendimenti crescenti) che ne rendono economicamente vantaggiosa la concentrazione in una sola localizzazione, ciò non è vero per la commercializzazione delle stesse, la quale può avvantaggiarsi dall'interazione con il consumatore (o l'utilizzatore) finale. Il che determina un maggior valore aggiunto se questa fase viene decentrata verso i mercati di sbocco.

Storicamente, tuttavia, il processo di creazione e di commercializzazione delle innovazioni erano detenuti da singole grandi imprese

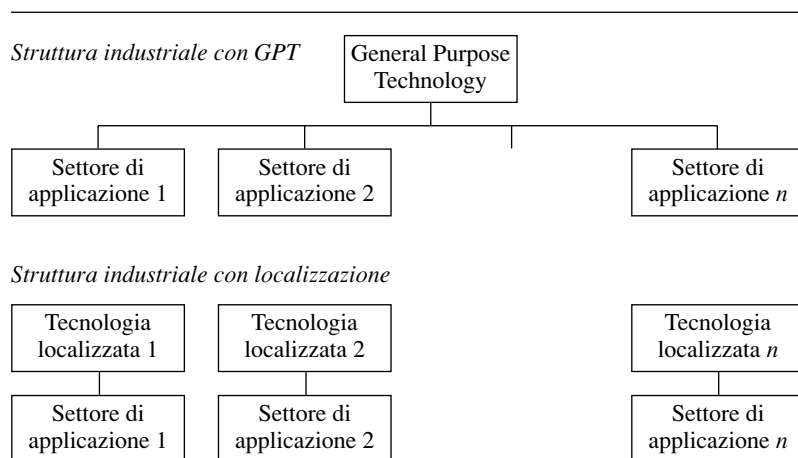
Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

integrate verticalmente, che riuscivano ad ottenere vantaggi sia nella fase di R&S che di commercializzazione delle scoperte, anche in mercati molto distanti da quello di origine, rispetto a competitori di minori dimensioni ancorché maggiormente vicini ai mercati finali.

Negli ultimi anni si sta affermando una nuova tendenza che determina una riduzione del *trade-off* tra produzione e commercializzazione. Tendenza che si basa sul concetto di *modularità*: se la tecnologia di un prodotto o il suo design può essere decomposta in moduli elementari, allora la varietà nella produzione può essere ottenuta semplicemente miscelando questi moduli in modi differenti. E, mentre nel passato il principio della modularità era confinato solo a particolari categorie di prodotti fisici come le automobili [Langlois e Robertson 1992], oggi viene applicato anche a prodotti meno tangibili, come il software [Cusumano 1991], o completamente intangibili, come la conoscenza scientifica e tecnologica [Di Bernardo e Rullani 1990; Arora e Gambardella 1994].

In altri termini, il confronto deve essere impostato tra due differenti modelli di produzione innovativa. Il primo si basa sulla produzione concentrata in poche località di tecnologie *general purpose* (GPT) e sulla successiva applicazione a contesti lontani e diversificati (si veda la fig. 1). Il secondo si basa sulla produzione integrata

Figura 1. *Struttura industriale con GPT e con localizzazione.*



verticalmente di tecnologie localizzate (non generali) da utilizzare in settori e contesti specifici. Con questa formulazione, se è lecito ipotizzare la presenza di rendimenti crescenti per la produzione di GPT, allora il primo modello sarà *più efficiente* del secondo (nel senso di minimizzazione dei costi) quando il numero di applicazioni potenziali di una stessa GPT è maggiore di una certa soglia.

Occorre fare due precisazioni. In primo luogo, quando si parla di numero di applicazioni non si fa riferimento al numero di utilizzatori finali, ovvero alla dimensione del mercato in senso classico. In presenza di un processo di modularizzazione, il numero di applicazioni è determinato dal numero di settori/contesti specifici dove i moduli di conoscenze generali vengono combinati per rispondere ai bisogni locali [Bresnahan e Gambardella 1998]. In secondo luogo, le istituzioni che producono tecnologie hanno vantaggi e incentivi a renderle «più generali» perché questo aumenta la possibilità di applicazioni (e di vendite) nei settori locali. Si instaura così un circolo virtuoso per cui la presenza di GPT favorisce la divisione internazionale del lavoro innovativo, che a sua volta incentiva la produzione di tecnologie più generali.

Ora, in presenza di modularità si rende possibile una nuova divisione internazionale del lavoro. La *produzione di moduli* potrà essere concentrata in pochi mercati internazionali, di ampiezza tale da rendere efficiente la creazione di tecnologie di base, grazie alla realizzazione di economie di scala; la *combinazione dei moduli* potrà essere decentrata in parecchi contesti locali, dove sarà possibile estrarre informazioni sulle esigenze e sui bisogni di singoli consumatori, godendo così dei vantaggi derivanti dalla vicinanza geografica. Questa forma di divisione del lavoro permetterà ai piccoli produttori locali di guadagnare in competitività nei confronti dei grandi produttori internazionali, semplicemente acquistando i moduli base dal mercato mondiale e applicandoli secondo le esigenze locali, senza dover duplicare gli elevati costi di produzione.

Nel ragionamento entrano in gioco anche i costi di trasporto dei moduli di tecnologie. Se questi si presentano elevati, il trasporto dai mercati di produzione a quelli di combinazione potrebbe risultare poco conveniente e le grandi imprese potrebbero ancora competere sul mercato finale con le imprese locali. Ciò che determina il costo di trasporto dei moduli è dettato dalla loro natura. Nel caso in cui si

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

tratti di beni fisici, il costo di trasporto corrisponde esattamente al significato economico del termine. Ma quando si tratta di beni intangibili, come nel caso della tecnologia di base o codificata, il costo di trasporto corrisponde al costo di comunicazione che risulta potenzialmente limitato, anche in funzione degli sviluppi della *information technology*. In questo caso, la divisione del lavoro tra (pochi) produttori di tecnologie di base sul mercato internazionale e (molti) utilizzatori di moduli sui contesti locali può essere attuata pienamente.

Dal momento che le tendenze qui in atto si realizzano, un parco scientifico ha la convenienza ad assumere il ruolo di utilizzatore di moduli (nelle forme che verranno descritte successivamente), piuttosto che di produttore. Il vantaggio comparato che distingue un PST è dato dalla vicinanza con il suo mercato di riferimento (le imprese ubicate al suo interno e quelle che operano nell'area circostante), che gli garantisce efficienza nella comprensione dei bisogni e della domanda di tecnologia. Se il costo per l'acquisto ed il trasporto dei moduli di base si riduce, risulta più conveniente acquistarli sui mercati internazionali senza affrontare i costi (affondati) della produzione. Centri di eccellenza che si dedicano alla produzione di tecnologie di frontiera devono continuare ad esistere. Tuttavia, nel caso di PST che si collocano in aree a minore sviluppo, come nel Mezzogiorno, la forma di parco-utilizzatore sembra più appropriato al contesto economico-industriale. Anzi, la divisione del lavoro garantita dalla modularizzazione può permettere a queste regioni di recuperare competitività nei confronti delle aree economicamente più sviluppate. In questa ottica, il concetto di PST può essere inteso come strumento efficace per la realizzazione di una adeguata politica di riequilibrio industriale ed economico.

1.3. *Il modello storico di parco scientifico e tecnologico: condizioni minime di successo*

I mutamenti nel contesto tecnologico internazionale sopra descritti sono coerenti con l'evoluzione del modello di parco scientifico a cui si è assistito a partire dagli anni '90. I «padri fondatori» a cui si accennava precedentemente traevano il loro vantaggio ed il loro essere «di successo» dalla presenza di fattori socioeconomici

ben definiti. A partire dagli anni '80, man mano che la popolarità dei PST si propagava nel mondo, si è messo in moto un processo di diffusione, che ha forzato la creazione di parchi scientifici anche in luoghi e in contesti dove non erano presenti quei fattori critici.

I parchi cioè hanno cominciato ad avere caratteristiche ed obiettivi diversi. Mentre i primi possono essere visti come frutti spontanei di contesti sviluppati, tesi a indirizzarne lo sfruttamento del capitale conoscitivo, i nuovi sono sorti in aree meno avanzate, in assenza dei punti di forza richiesti e intesi come strumenti di politica industriale. Anzi, da promotori di sviluppo tecnologico sono diventati mezzi per attivare una crescita economica locale. Con evidenti interrogativi sulla loro efficacia.

La definizione «di successo» ovviamente è legata alla definizione degli obiettivi di un PST, nel senso di efficacia ed efficienza nel raggiungimento degli stessi. Ma a parchi diversi sono assegnate finalità diverse e ciò potrebbe far ritenere che ricercare le condizioni minime sia non plausibile. Nonostante questa difficoltà analitica, lo studio dei casi «ritenuti» di successo ha permesso di identificare alcuni elementi che si sono riproposti con regolarità tra le diverse esperienze [Tecnocity 1984; Antonelli 1986; Varaldo 1991].

In primo luogo, l'esperienza deve collocarsi in un centro urbano di dimensioni sufficientemente elevate, tale da offrire servizi reali adeguati alle esigenze delle imprese. In secondo luogo, che l'area sia dotata di una università o di un patrimonio di istituzioni scientifiche e tecniche sufficientemente articolato. Ciò favorisce la formazione di un personale qualificato e l'attivazione di processi di trasferimento di *know-how* verso le imprese. Un ulteriore elemento è dato dall'esistenza di un bacino di manodopera qualificata, sia per i compiti tecnico-scientifici, sia per quelli produttivi e gestionali, con elevata propensione alla mobilità. Inoltre, da più parti si sottolinea che l'area deve garantire un buon stile di vita in termini di occasioni di svago, di consumo, di cultura e di basso congestionamento, affinché sia in grado di richiamare imprese e ricercatori. Si identificano, quindi, due condizioni che si rifanno al tessuto industriale e finanziario. Per quanto riguarda il primo, deve essere sufficientemente articolato e maturo, affinché vengano messe in risalto e promosse le economie esterne (di tipo marshalliano). Ma allo stesso tempo le iniziative innovative necessitano anche di un elevato apporto fi-

nanziario non solo di origine pubblica. È per questo motivo che lo sviluppo innovativo e tecnologico di un'area è strettamente legato all'esistenza di un tessuto finanziario completo. Ad esempio, se si pensa al caso degli Stati Uniti, lo sviluppo dei parchi scientifici si è rivelato possibile anche per la presenza delle società di *venture capital* che hanno apportato capitali destinati alle iniziative imprenditoriali nascenti e maggiormente rischiose.

Esiste, poi, un insieme di caratteristiche legate agli aspetti sociali e politici. Le autorità locali o centrali rientrano sempre in un'iniziativa di PST, purché sappiano attivare forme di collaborazione positiva con gli altri soggetti locali, quali le imprese, la comunità scientifica e le istituzioni finanziarie, al fine di determinare un clima favorevole all'iniziativa. Allo stesso tempo, le esperienze della Silicon Valley e di Sophia Antipolis hanno dimostrato che il successo di un parco scientifico dipende anche dalla tenacia e dalla volontà mostrata dalla *leadership* (Terman, nel primo caso e Lafitte, nel secondo), la quale deve essere riconosciuta e deve operare con continuità nel tempo, instaurando relazioni con i detentori di risorse cruciali.

Uno studio condotto sull'insieme dei PST operanti negli Stati Uniti nel 1991 [Luger e Goldstein 1991], ha cercato di verificare quali caratteristiche dell'area fossero essenziali per garantire il successo di un parco scientifico. In questo caso al termine «successo» è stato assegnato il significato di sviluppo economico regionale promosso dal parco e misurato come tasso di crescita dell'occupazione nei cinque anni successivi alla data di nascita dello stesso. Ebbene, lo studio ha mostrato che, affinché un'esperienza possa definirsi di successo, devono essere rispettate nello stesso momento tre condizioni. In primo luogo, che il PST fornisca alle imprese una serie di *servizi reali*, offerti ad un costo inferiore a quello «di mercato». La seconda, che il parco sia sostanzialmente *collegato con una università* portatrice di competenze distintive ad elevato valore economico. Si tratta di università che svolgono principalmente attività di ricerca scientifica e quindi capaci di generare conoscenze rilevanti per l'industria. Infine, la terza condizione è l'*età* del parco. La probabilità che quest'ultimo sia in grado di generare uno sviluppo economico dell'area è tanto maggiore quanto maggiore è l'età del parco. In altri termini, i parchi più giovani (quelli con una età inferiore

agli otto anni) sono risultati meno in grado di determinare una crescita occupazionale della regione.

Quest'ultimo risultato si porta dietro ovvie implicazioni di politica industriale. A parità di altre condizioni, un PST si rivela utile solo se viene garantito un periodo d'attesa sufficientemente lungo. L'analisi dei casi di insuccesso che si sono verificati negli Stati Uniti mostra che molti fallimenti si sono verificati solo perché il management del parco (o le amministrazioni locali che finanziavano l'iniziativa) non hanno mostrato la pazienza necessaria ed hanno preteso risultati positivi prima che il parco giungesse alla sua fase di maturità.

Riassumendo, il modello storico di parco scientifico e tecnologico prescrive che l'esperienza sia spontanea, sia promossa in un'area economicamente e strutturalmente già sviluppata, con la presenza centrale di una università o da un'altra istituzione di ricerca. E che siano presenti infrastrutture legate alla produzione di ricerca scientifica e tecnologica. Da un lato, i PST storici sono stati il frutto di processi decisionali pianificati promossi da un'esigenza locale. Si è trattato nella maggioranza dei casi di processi *bottom-up*, che hanno avuto origine senza spinte esterne. Dall'altro lato, le regioni nelle quali sono sorti erano aree dal tessuto economico strutturato, anche se in taluni casi in fase di maturità o di declino industriale (come nel caso dell'Aston Science Park di Birmingham, in Gran Bretagna). In ogni caso, non si è mai trattato di regioni in ritardo di sviluppo. Infine, nel processo di ideazione e di sviluppo dei primi PST, il ruolo delle università è sempre stato centrale, in molti casi come uno (se non l'unico) dei soggetti promotori dell'iniziativa e quasi sempre come portatrice di competenze distintive ad elevato valore economico.

Queste condizioni erano consistenti con un'altra caratterizzazione del modello storico. Quella per cui il parco portava avanti l'obiettivo più o meno esplicitato di *produrre tecnologia*, ovvero promuovere l'avanzamento delle conoscenze tecnologiche (e da qui il ruolo giocato dalle infrastrutture).

Finalità del parco doveva essere anche favorire la creazione e lo sviluppo di nuovo *know-how* scientifico e tecnologico e quindi la promozione di nuove imprese *high-tech* nate come *spillover* di conoscenze di successo.

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

1.4. *Evoluzione del concetto: la sfida degli anni '90*

Dal modello storico sopra descritto, il concetto di PST ha subito una profonda evoluzione. La nuova ondata di parchi scientifici e tecnologici, che ha caratterizzato dagli anni '90 i paesi di recente industrializzazione e singole regioni all'interno dei paesi industrializzati (come nel caso del Mezzogiorno), risponde ad obiettivi diversi da quelli del modello storico. Non si tratta solo di favorire il migliore sfruttamento delle risorse conoscitive per la produzione di tecnologie di base, ma di diffondere le tecnologie presso le aree locali e accrescere lo sviluppo economico generale della regione. L'uso dello strumento parco, allora, persegue due finalità differenti:

- uso anziché produzione di nuove tecnologie;
- sviluppo economico generale dell'area locale, anziché esclusivamente tecnologico.

In queste circostanze, *il parco non è più spontaneo, ma è «progettato»*, principalmente dalle autorità pubbliche. Il fatto che un PST nasca spontaneamente vuol dire che nel territorio esistono già le condizioni che ne permetteranno lo sviluppo. Il parco rappresenta solo una modalità di organizzazione delle stesse a vantaggio dei soggetti economici e sociali lì presenti. Ma, nel momento in cui si idealizza il parco come attivatore di sviluppo economico e industriale, allora deve necessariamente essere progettato proprio in aree dove le condizioni naturali per il suo successo non esistono. Il punto, semmai, è di definire quali condizioni devono essere promosse affinché questi mutati obiettivi possano essere raggiunti.

Si consideri anche che un parco di questo tipo, proprio perché non spontaneo, si presenta senza una *leadership* (un amministratore, o anche un'università, ad esempio). In questo caso acquista crucialità il management del parco. Nel modello tradizionale questo elemento rimaneva sullo sfondo proprio perché l'esistenza delle condizioni naturali di successo richiedevano solo una capacità di organizzazione delle stesse, ma non lo sforzo strategico di promuoverle in situazioni di assenza.

Questa nuova ottica sembra rispondere al desiderio di lanciare una sfida al modello tradizionale: la sfida di promuovere un parco scientifico dove non esistono le condizioni minime, ovvero spontaneità dell'iniziativa, aree industriali avanzate e presenza di un sog-

getto leader. Allora, le domande che si pongono in questo studio, con particolare riferimento all'Italia, sono: è possibile che un'esperienza di PST possa avere successo quando non avviene secondo un percorso spontaneo, ma è il dettato di un processo politico *top-down*? Quando la sua istituzione non avviene in zone a maggiore sviluppo economico, anzi è lo strumento designato per promuovere la crescita in aree meno dotate? Quando nella regione di influenza non esistono delle competenze scientifiche distintive? Quali condizioni e quali fattori devono prevalere in questi casi?

1.4.1. *Il «nuovo modello» di PST*

Se si considera il caso giapponese come esempio di intervento imposto dalle autorità centrali, si può osservare che il rischio di (ri)localizzazione forzata di attività scientifico-industriali in contesti non adatti è stato evitato privilegiando le zone prossime alle «città madri», purché ben attrezzate dal punto di vista delle infrastrutture e purché dotate di centri di ricerca ad alto livello qualitativo [Formica 1991]. Ma lo studio di questi casi permette solo limitatamente di rispondere alle domande poste, proprio perché l'intervento pubblico ha teso a minimizzare i rischi di insuccesso legati alla nascita di PST in aree «meno idonee», ricercando ambienti quanto più simili a quelli ideali.

Al contrario, anche interventi come quello italiano nelle regioni meridionali promosso dal Governo¹, tendono ad idealizzare i PST come mezzi per attuare politiche di sviluppo territoriale [Cappellin e Tosi 1993] e quindi come strumenti per favorire la comparsa degli elementi necessari per il loro sviluppo. Ma un parco scientifico in nessun caso può essere ritenuto in grado di risolvere qualunque problema di equilibrio territoriale, perché altri interventi di politica industriale locale possono risultare più idonei, o devono essere affiancati ai PST [Cappellin 1993].

È allora necessario che il ruolo del PST subisca una profonda trasformazione. Le direzioni lungo le quali intervenire emergono direttamente dall'evoluzione del contesto tecnologico internaziona-

¹ L'analisi del caso italiano e dell'intervento governativo nelle regioni meridionali verrà ripreso in maniera più estesa nel terzo capitolo.

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

le. In primo luogo, se il patrimonio conoscitivo locale non è adeguato, il parco non potrà focalizzarsi sulla produzione di tecnologia ad alto livello. Al contrario, dovrà incentrarsi sull'utilizzo della tecnologia, prodotta nei centri di eccellenza mondiali, secondo le esigenze locali. Alla luce del processo di modularizzazione della tecnologia e di progressiva divisione internazionale del lavoro innovativo, questa condizione non risulta svantaggiosa. Anzi, tanto più forte è la spinta alla produzione di tecnologie *general purpose*, tanto più i soggetti come i parchi scientifici potranno recuperare competitività nei confronti dei produttori internazionali. La loro vicinanza con il contesto locale, con la possibilità di raccogliere il bagaglio di conoscenze tacite necessarie per adattare i nuovi prodotti agli usi, rappresenta un fattore di vantaggio. In termini operativi, risulta meno pressante la creazione di infrastrutture, come laboratori di ricerca o strumentazione d'avanguardia, in quanto la ricerca scientifica e tecnologica rappresenta solo una componente complementare alle altre funzioni che devono essere sviluppate.

In secondo luogo, in assenza di un soggetto leader cresce l'esigenza di una gestione manageriale dei parchi. In altre parole, i manager dei parchi devono essere spinti ad assumere un ruolo di guida e di traino per l'intera organizzazione. Questo risultato può essere conseguito solo se i manager vengono adeguatamente incentivati, ad esempio attraverso la definizione di opportuni schemi remunerativi. Una gestione burocratica non avrebbe la forza di porre i PST in maniera dirompente verso il territorio e non sarebbe possibile innescare le spirali di crescita economica ed imprenditoriale.

Infine la questione delle caratteristiche industriali dell'area, nel senso della dotazione infrastrutturale e della presenza di economie esterne. Il parco deve intervenire cercando di garantire un'offerta qualificata di servizi a valle, che siano coerenti con la domanda locale di tecnologia. L'attenzione deve essere posta non tanto sull'offerta conoscitiva presente in loco (che abbiamo visto perde di importanza rispetto a quella internazionale), ma soprattutto sulla domanda di servizi delle imprese e delle istituzioni locali, sia espressa, che tacita.

Un parco scientifico allora deve «essere *demand-oriented*, ma nello stesso tempo *supply-oriented*» [Lacave 1997], cioè deve cercare di coniugare domanda e offerta di tecnologia. Questa trasfor-

mazione può essere compiutamente realizzata se vengono riviste le modalità operative dei parchi. Il parco deve puntare prima di tutto sul monitoraggio internazionale della tecnologia, offrendosi alle imprese di riferimento come mezzo per colmare le lacune conoscitive nelle tecnologie di interesse. Da ciò la necessità di identificare le fonti internazionali delle conoscenze in risposta alle specifiche esigenze delle imprese. Estremizzando, si può affermare che il ruolo principale svolto dalla Steinbeis Foundation, ad esempio, sta proprio nel promuovere questa forma di trasferimento tecnologico verso le imprese [Bandera 1997].

Oltre al trasferimento di tecnologia diventano rilevanti anche i servizi d'appoggio all'innovazione, sia alle imprese localizzate nel parco, sia a quelle ubicate nel territorio di riferimento. In particolare si pone il problema dei finanziamenti all'attività innovativa, proprio per il rischio elevato che comporta e per la presenza di rilevanti costi sommersi e irrecuperabili. Il parco non deve solo «miscelare» i prodotti, i servizi ed i progetti promossi dalle imprese per definire un portafoglio di attività in equilibrio finanziario [Formica 1994], ma deve supportare i soggetti innovativi nella utilizzazione del miglior strumento disponibile. E allo stesso tempo, deve sostenere le imprese, soprattutto se di piccole dimensioni, nell'attività di commercializzazione delle innovazioni o dei prodotti innovativi.

Infine e come condizione necessaria per il successo delle prime due, il PST deve promuovere l'internazionalizzazione, sia attraverso la mobilità internazionale del capitale umano che gravita attorno al parco, sia accrescendo l'attrattività per il capitale di investimento internazionale a favore del parco. In questo modo si potrebbe innescare un positivo effetto concorrenziale con i detentori locali di risorse finanziarie (gli istituti bancari e quelli finanziari), che potrebbe portare ad un incremento sensibile di strumenti finanziari a disposizione delle imprese e ad una riduzione del loro costo, sia offrendo alle imprese estere la possibilità di collaborare con le imprese e le istituzioni scientifiche locali [Lacave 1997].

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

2. Differenze internazionali e caratteristiche comuni nell'idea di parco scientifico e tecnologico

2.1. Esiste un modello mondiale e unitario di PST?

Il successo riscontrato dai «padri fondatori», in particolar modo da quelli statunitensi, ha fatto sì che l'idea di PST venisse associata a determinate caratteristiche costitutive e al perseguimento di obiettivi ben definiti [Massey, Quintas e Wield 1992]:

- i parchi devono favorire la nascita di imprese innovative o, comunque, ad elevata base tecnologica;
- devono facilitare i legami tra le istituzioni accademiche locali e le imprese localizzate nel parco, promuovendo il trasferimento di tecnologia e di competenze per l'innovazione;
- le imprese instaurate nel parco devono essere collocate alla frontiera tecnologica;
- i parchi devono essere promotori di opportunità di occupazione e favorire lo sviluppo economico dell'area su cui si collocano.

Come si può notare, ad obiettivi prettamente imprenditoriali ed innovativi se ne affiancano alcuni di maggiore carattere sociale indicati dalle autorità pubbliche, legati alla riduzione del tasso di disoccupazione e alla crescita dei livelli di reddito pro-capite. In realtà, l'implementazione dei PST nei diversi contesti territoriali (nazionali o regionali) ha richiesto un adattamento degli obiettivi da perseguire alle differenti condizioni ambientali. In ogni paese, cioè, sono presenti delle peculiarità che rendono i singoli PST sempre diversi da un ipotetico «modello generale» [Maglione 1985; Varaldo 1991].

Questo capitolo si sofferma sulle caratteristiche distintive dei modelli internazionali che si sono maggiormente affermati (quello anglosassone, quello giapponese, quello francese e quello tedesco), identificando per ognuno di essi alcuni casi che presentano una particolare valenza esplicativa. L'analisi del quadro tecnopolitiano internazionale rappresenta una base necessaria per affrontare lo studio della situazione italiana, sia perché permette di verificare come il concetto di PST si è evoluto nel mondo, secondo le linee teoriche indicate precedentemente, sia perché permette di collocare la situazione italiana all'interno di un contesto internazionale ben definito.

La metodologia seguita si è basata sull'esposizione di singole esperienze per ogni contesto analizzato. In questo modo non è stato possibile realizzare un'indagine estensiva e particolareggiata sulla varietà di PST nel mondo, ma si è cercato di mettere in risalto aspetti particolari e significativi di ogni stile. In particolare si è cercato di enfatizzare le differenze tra gli stili (in termini di obiettivi perseguiti, di modalità di implementazione, di aspetti valorizzati e di strategie intraprese), o di individuare le particolarità all'interno di un singolo stile. Così, ad esempio, se il modello anglosassone si differenzia da quello giapponese, è pur vero che il parco scientifico del North Carolina si presenta diverso da quello dello Utah, perché diverse sono le strategie perseguite, pur appartenendo entrambi allo stile statunitense.

2.2. Il modello anglosassone ed il ruolo delle università

L'analisi della situazione britannica e statunitense evidenzia come generalmente i parchi siano stati la risultante di una spinta che ha avuto origine soprattutto dalle università, le quali cercavano di sfruttare il potenziale di ricerca generato al loro interno. Se si considera il caso inglese, la politica di riduzione delle risorse finanziarie attuata dal governo Thatcher ha spinto fortemente le università a ricercare fonti alternative di finanziamento, spesso attraverso l'istituzione di un parco scientifico. Analogamente, nel caso statunitense lo sviluppo della Silicon Valley, ad esempio, è stato il risultato dello sfruttamento commerciale delle conoscenze di ingegneria elettronica generate all'interno dell'università di Stanford.

In entrambi i paesi, i processi spontanei generati dalle università si sono poi inseriti in tessuti industriali e finanziari sviluppati, che sono stati in grado di cogliere e promuovere le potenzialità derivanti dagli ambienti scientifici. Così la promozione dei parchi scientifici è stata il frutto anche della presenza di rilevanti risorse finanziarie, attraverso le società di *venture capital*, e di una cultura imprenditoriale sviluppata.

2.2.1. Tre esempi di PST statunitensi

All'origine di tutto: lo Stanford Research Park. Il parco scientifico di Stanford, aperto nel 1951 dall'università di Stanford a Palo Al-

to, in California, può essere considerato, a ragione, il precursore mondiale del concetto di parco scientifico e tecnologico. In oltre 40 anni di storia, ovviamente, le sue caratteristiche, le scelte strategiche e operative, l'impatto sul territorio, la fisionomia si sono evolute e di quello che il parco era all'origine sono rimaste solo le impostazioni fondamentali. Tanto che l'idea di parco che si è venuta pian piano sviluppando non è stata il frutto di una scelta programmata e pianificata, ma è stata la risultante di un cammino impostato giorno per giorno, spesso dettato da eventi «casuali» [Luger e Goldstein 1991].

La spinta generatrice deriva da due fronti. Da un lato sta la volontà dell'università di Stanford di accrescere le sue risorse economiche ed i livelli di reddito. Volontà che si è concretizzata nel permettere l'utilizzazione dei terreni a sua disposizione, fino a quel momento inutilizzati, a favore dell'industria leggera. Dall'altro sta la crescente richiesta da parte delle imprese di localizzarsi nell'area adiacente all'università, al fine di usufruire della forte base conoscitiva in ingegneria elettronica e scienze fisiche e umane. A questi due fattori, poi, occorre aggiungere una serie di condizioni di contorno, quali:

- l'accesso ad un mercato del lavoro ampio, diversificato e istruito;
- la disponibilità di servizi commerciali, finanziari e di *venture capital*;
- la facilità di accesso al mercato nazionale ed internazionale.

L'insieme di questi elementi ha determinato una crescente richiesta di annessione, da parte delle imprese, ai terreni dell'università di Stanford, tanto che l'estensione territoriale del parco è andata via via crescendo. Dalla prima impresa che si è localizzata, la Varian Associates, ne sono seguite molte altre, i cui nomi identificano realtà che hanno acquisito un ruolo di primo piano nel contesto internazionale. Tra queste si ricordano General Electric, Scott, Ampex Corporation, Hewlett-Packard, Beckman Instruments, Xerox Corporation. L'insieme di queste ha dato luogo ad una agglomerazione spaziale di attività nel settore dell'elettronica (la Silicon Valley), che rappresenta un punto di riferimento mondiale in questo campo.

Ma quale è stato il ruolo del parco nella promozione di un tale risultato? In altre parole, lo sviluppo economico ed industriale della

Silicon Valley è l'effetto diretto della presenza dello Stanford Research Park, oppure anche senza la presenza di quest'ultimo si sarebbero raggiunti risultati altrettanto sorprendenti? L'analisi dei dati relativi all'impatto occupazionale, innovativo e di reddito suggerisce [Luger e Goldstein 1991] che, se il parco non fosse esistito, l'area di Palo Alto sarebbe stata comunque una delle più alte concentrazioni dell'industria *high-tech*, perché la presenza dell'università di Stanford, lo spirito imprenditoriale della regione, la presenza delle componenti finanziarie sarebbero stati comunque fattori di attrazione per quel tipo di imprese. Tuttavia, il ruolo del parco è stato soprattutto quello di coordinare questo movimento naturale, creando un clima imprenditoriale positivo e fungendo da richiamo non solo per le imprese, ma anche per il capitale umano in senso lato. Come indicato precedentemente, quando un PST nasce e si sviluppa in modo spontaneo significa che la regione ha già in sé le potenzialità di crescita. Il parco non rappresenta lo strumento (politico) per attivare percorsi di sviluppo economico e imprenditoriale, ma il mezzo che lo stesso ambiente richiede per organizzare le competenze presenti.

L'insegnamento che può essere tratto (e che è stato tratto) a beneficio degli altri parchi, riguarda l'opportunità di creare stretti legami tra la ricerca scientifica e le forze imprenditoriali locali e la necessità di adottare strategie flessibili di gestione dei PST.

Sviluppo per crescita endogena: il caso dello University of Utah Research Park. Aperto nel 1970 a fianco del campus universitario, nella zona di Salt Lake City, come diretta emanazione dell'università dello Utah, il parco rappresenta un utile esempio di strumento attraverso cui attuare una politica di sviluppo regionale. Prima della sua apparizione, l'area nella quale è sorto si presentava caratterizzata da un basso accesso al mercato, dall'assenza di adeguate capacità di ricerca (ad eccezione dell'università dello Utah), da una bassa agglomerazione urbana e da una distribuzione settoriale delle attività produttive sbilanciata a favore di attività minerarie, di commercio all'ingrosso e di servizio, piuttosto che di settori manifatturieri.

Al fine di promuovere la crescita locale, il parco ha optato per una strategia di sviluppo endogeno, puntando sulla promozione e sulla soddisfazione dei bisogni dell'imprenditoria locale, principalmente di matrice universitaria. In questo senso, ha attuato una poli-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

tica finalizzata alla generazione e allo sviluppo di *spin-off* accademici, il cui pieno significato può essere efficacemente sintetizzato nel motto di «capitalismo universitario» [Luger e Goldstein 1991]. Dopo un supporto finanziario iniziale ottenuto dal governo federale, il parco ha intrapreso attività finalizzate al trasferimento tecnologico, anche con l'obiettivo di attuare una diversificazione della base economica regionale. Ciò ha dato origine ad un ventaglio di imprese mono-localizzate che mantengono la sede dirigenziale all'interno del parco, prevalentemente nate e cresciute all'interno del parco e spesso impegnate nello sviluppo di prodotti, piuttosto che nella ricerca di base.

Dal punto di vista degli effetti che possono essere attribuiti alla presenza del parco nella regione, si può rilevare che l'impatto sull'occupazione e sulla capacità innovativa locale è stato sicuramente positivo, anche se non troppo marcato. In termini di crescita occupazionale, i valori del tasso di crescita sono stati elevati a favore delle figure professionali più qualificate e solo limitatamente gli effetti si sono risentiti anche per le altre. Dal punto di vista innovativo, i fattori che determinano l'attrattività del parco evidenziano uno stretto legame con le competenze universitarie e solo in minima parte il trasferimento tecnologico si è diffuso in tutta la regione. L'esperienza di questo parco mostra che puntare principalmente sullo sviluppo e sullo sfruttamento delle competenze interne riduce le potenzialità di crescita regionale e di diffusione dei vantaggi a favore del territorio. Un pieno sviluppo si può ottenere solo se il parco favorisce l'apertura (internazionale) della base imprenditoriale e conoscitiva, attraverso processi che stimolino percorsi imitativi.

Sviluppo per crescita esogena: il caso del Research Triangle Park. Il Research Triangle Park situato in North Carolina rappresenta uno dei parchi scientifici più antichi, più estesi e di maggior successo della tradizione statunitense. Nato nel 1959 al centro del triangolo formato dall'università del North Carolina a Chapel Hill, dalla Duke University a Durham e dall'università statale del North Carolina a Raleigh, evoca la storia di una ristrutturazione economica regionale di successo. Gli obiettivi che hanno portato alla sua realizzazione sono di matrice sociale (diversificazione della base economica, incremento delle occupazioni professionali e delle op-

portunità occupazionali per i laureati delle università locali), mentre quelli relativi alla promozione dell'imprenditoria locale e al trasferimento tecnologico a favore delle imprese esistenti si presentano solo in second'ordine [Luger e Goldstein 1991].

Al contrario del caso precedente, la strategia adottata per il perseguimento di tali obiettivi ha preferito puntare sulla rapidità dell'azione economico-industriale, favorendo la rilocalizzazione di funzioni di R&S di imprese *technology oriented* già esistenti (nazionali ed estere), piuttosto che promuovere un processo di crescita endogena attraverso la diffusione delle innovazioni e lo sviluppo di *start-up*. Questo modo di operare ha portato un impatto positivo sulla potenzialità tecnologica regionale, ad esempio incrementando la capacità delle università di ottenere finanziamenti alla ricerca. Tuttavia, dal versante del trasferimento tecnologico, i risultati non sono stati altrettanto promettenti, come dimostra la bassa incidenza di *spin-off* che si sono originati dalle organizzazioni universitarie. Anche perché la mancanza di una struttura finanziaria complessa, la mancanza di una spiccata vocazione imprenditoriale e la relativa stabilità dell'economia locale sono tutti fattori che hanno frenato la spinta innovativa e imprenditoriale.

Da un punto di vista complessivo, l'impatto sociale in termini di nuova occupazione, di crescita dei livelli di reddito e di localizzazione delle imprese può essere valutato con favore, anche se lo sviluppo creato è strettamente legato alla presenza del parco. In altre parole, non sono stati ottenuti gli effetti di diffusione verso l'esterno che si erano sperati, a causa della mancanza di stimoli all'imprenditorialità locale (mancanza di un *venture capital* sviluppato, mancanza di servizi specializzati a favore delle imprese innovative). L'insegnamento che si può trarre è complementare a quello del parco dello Utah. In entrambi i casi si è dato risalto solo ad un lato della medaglia. La possibilità di garantire una crescita economica consistente e diffusa su tutta la regione risiede nella capacità di affiancare allo sviluppo di competenze interne uno sviluppo favorito dalla localizzazione di imprese già affermate (magari multinazionali). Un ruolo di primo piano doveva essere giocato dai manager dei parchi che, nel definire le opzioni strategiche da seguire, dovevano muoversi lungo le due direzioni, anche superando le lacune strutturali presenti nel contesto socioeconomico.

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

2.3. *Il modello giapponese e la programmazione centrale*

Nel caso delle esperienze giapponesi l'origine dei PST è da attribuirsi ad una precisa volontà politica promossa sia del governo centrale (attraverso il MITI), sia delle autorità locali (attraverso le prefetture). In questo caso, non solo la genesi dei parchi non deriva da un percorso spontaneo, ma anche il ruolo delle università risulta meno propositivo rispetto al caso anglosassone. Nell'ampio piano varato dal MITI nel 1980 per lo sviluppo dei PST, la facilità di accesso ad università o ad altri istituti di formazione superiore è stata posta come condizione necessaria; ma questa non rappresenta che uno tra i tanti requisiti richiesti:

- presenza di un numero considerevole di imprese *high-tech*;
- disponibilità di spazio sia per attività produttive che per insediamenti abitativi;
- vicinanza a «città madri» di popolazione non superiore a 150.000 abitanti e dotate di infrastrutture;
- facilità di accesso a reti nazionali e internazionali di trasporto.

A ben vedere, l'idea di parco scientifico (qui definito Tecnopoli) rappresenta più uno strumento attraverso cui soddisfare una esigenza di ristrutturazione industriale nazionale e la nascita del parco diventa anche un modo per attuare politiche urbanistiche ed architettoniche.

Con il sostegno di un impianto legislativo complesso² dalla comparsa del primo parco scientifico (quello di Tsukuba, nei primi anni '80) ad oggi, le iniziative di PST si sono moltiplicate ed attualmente si possono contare più di 100 esperienze. In termini generali, il modello che si è imposto ha preferito garantire un effetto di stimolo immediato per l'economia locale, favorendo la rilocalizzazione di imprese provenienti dall'esterno della regione o, al limite, dall'estero. In questo modo, seppure promuovendo un decollo economico più veloce rispetto all'attesa di una crescita industriale ed innovati-

² Legge per accelerare lo sviluppo locale basato su complessi industriali ad alta tecnologia, del 1983; Legge per promuovere la localizzazione di determinati tipi di imprese per favorire strutture industriali locali più sviluppate, del 1988; Legge per la promozione di formazioni territoriali nazionali multi-polari, del 1988.

va endogena, nel corso degli anni i parchi scientifici giapponesi si sono trovati di fronte ad alcuni inconvenienti [Tanabe 1996].

In primo luogo, si evidenzia una certa debolezza nei rapporti di collaborazione con le università locali. Le imprese che si localizzano all'interno della regione spesso sono attratte maggiormente dalla disponibilità di spazio per le loro attività di R&S in costante aumento, piuttosto che dalla possibilità di interagire con le organizzazioni di ricerca locali, verso le quali il trasferimento di competenze, di esperienza e di risorse è limitato. In secondo luogo, i parchi scientifici giapponesi presentano una manifestata debolezza nella capacità di incubazione di nuove attività imprenditoriali, in quanto maggiormente propensi a spendere risorse nell'attrazione di imprese esterne, piuttosto che supportare imprese in fase di *start-up*. Entrambi questi problemi possono pregiudicare la capacità di sopravvivenza dei parchi, proprio perché tendono a sottovalutare il bagaglio di competenze scientifiche locali e perché non favoriscono un adeguato «ricambio» nelle risorse imprenditoriali e umane.

Come nei due casi statunitensi, l'introduzione «forzata» di un parco scientifico in un contesto locale con l'obiettivo di incanalare lo sviluppo economico è in grado di produrre effetti positivi più o meno marcati e veloci che però sono strettamente legati alla presenza del parco. Così come si mostrerà nell'analisi della situazione italiana, rimane aperto il problema di capire quali azioni intraprendere affinché gli stimoli positivi generati dalla presenza di un parco in una localizzazione possano diffondersi in modo stabile nella regione circostante, permettendo al parco di diventare motore di sviluppo.

2.3.1. *Il caso dell'Oita Technopolis Project*

Il caso del parco scientifico di Oita rappresenta un esempio tipico di iniziativa giapponese che racchiude dentro di sé i concetti di sviluppo urbano e di crescita economica e tecnologica. Sorto a metà degli anni '80 nella prefettura di Oita (in prossimità delle città di Oita e di Beppu), la sua localizzazione permette di servire un'area territoriale di oltre 1.200 Km², comprendendo circa 19 città, paesi e villaggi. Nella sua progettazione, gli amministratori hanno cercato di perseguire un triplice obiettivo [Hiramatsu 1994]:

– in primo luogo, uno *sviluppo urbano*. In questo modo, si è puntato sulla qualità della vita e ad uno sviluppo in armonia con

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

l'ambiente, senza trascurare le esigenze educative e di miglioramento della salute e la promozione di attività sportive, culturali e ricreative;

– in secondo luogo, uno *sviluppo delle risorse umane*, in un numero elevato di settori culturali. Per questo motivo è stato istituito il Centro di sviluppo delle risorse umane, ad uso soprattutto delle PMI, con l'obiettivo di accrescerne le competenze tecnologiche e, in ultima istanza, la capacità competitiva;

– per ultimo, un obiettivo di *internazionalizzazione*. Ciò significa promuovere lo scambio informativo con le regioni straniere, fino al punto di far diventare la regione di Oita un punto focale di scambio conoscitivo internazionale, a favore delle imprese locali, soprattutto di piccole o medie dimensioni.

Il concetto di parco che emerge da questo caso si identifica più come strumento architettonico ed urbanistico, che come elemento di promozione dell'economia regionale o di valorizzazione del capitale conoscitivo endogeno. Ciò in enorme contrasto non solo con le tradizionali impostazioni anglosassoni, quanto con quelle di altre esperienze (come in Germania), dove alla valorizzazione del «contenitore» si preferisce dare priorità alla valorizzazione del «contenuto» del potenziale innovativo. Paradossalmente in Germania questo atteggiamento è così tanto rilevante che molto spesso le strutture di parco non comprendono una componente immobiliare, ma rimangono posizionate in una dimensione «virtuale».

2.4. *I parchi scientifici nell'esperienza francese*

Anche nel modello francese, ad eccezione del caso di Sophia Antipolis, la nascita dei PST è stata il frutto di un preciso disegno politico. Al contrario del caso giapponese, tuttavia, il ruolo principale è stato svolto dalle collettività locali (soprattutto le municipalità), che hanno cercato di realizzare vere e proprie operazioni di gestione del territorio. L'importanza dell'elemento urbanistico nella progettazione dei parchi scientifici francesi si rivela nella volontà di identificare il PST come luogo di concentrazione delle esperienze scientifiche e tecnologiche, sia come luogo dove localizzare le attività imprenditoriali, sia come punto di incontro tra portatori di com-

petenze complementari [Tesse 1994]. Al di là del fattore urbanistico il modello francese si caratterizza anche per l'importanza della prossimità con le istituzioni accademiche e di ricerca [Dabard 1994], quali strutture capaci di provvedere alla formazione del personale impiegato nei parchi scientifici e di individuare aree di studio e di ricerca che siano di interesse per le piccole e le grandi imprese, attraverso la disponibilità di ricercatori, di studenti e di laboratori di ricerca. Infine, un ulteriore elemento che caratterizza le esperienze francesi è rappresentato dall'importanza assegnata al fattore umano [Delaune 1994]. La forza guida di un PST spesso può essere individuata nel team di donne e uomini che riescono a combinare i vari protagonisti e che riescono a implementare nuovi progetti interdisciplinari. Allo stesso tempo, grazie alla loro tenacia riescono a superare eventuali ostacoli che si frappongono nel cammino dello sviluppo e a rendere efficaci le potenzialità di crescita esistenti. Questo è stato, ad esempio, il ruolo svolto da Pierre Lafitte nella promozione del progetto Sophia Antipolis.

2.4.1. *Sophia Antipolis: la crucialità del fattore umano*

Sophia Antipolis³ rappresenta la più vecchia realizzazione europea nel settore dei parchi scientifici e tecnologici. Il ruolo che svolge, la sua importanza strategica, le attività che vengono portate avanti al suo interno sono tutti elementi pressoché noti sia agli addetti ai lavori, sia a coloro che si occupano della questione solo marginalmente. Per questo motivo ci si concentrerà sull'importanza che il fattore umano ha avuto nell'ideazione, nella promozione, nella realizzazione e nello sviluppo del progetto.

L'idea della creazione del parco scientifico è nata nel 1960, quando Pierre Lafitte, direttore della École de Mines di Parigi, evidenziando che tutti i grandi centri di ricerca francesi erano localizzati attorno alla capitale, suggerì che sarebbe stato interessante spostare alcune attività di ricerca e di insegnamento al di fuori di Parigi, in luoghi meno affollati e meno congestionati, costruendo una «città solare, caratterizzata da ampi spazi di incontro e di confronto,

³ Il nome deriva direttamente dalla somma di due termini greci: *Sophia*, saggezza, e *Antipolis*, nome dell'antica colonia greca che si era instaurata nel luogo dove oggi sorge la città di Antibes.

da alloggi funzionali e da infrastrutture razionali, che comunque non alterino le bellezze panoramiche» [Lafitte 1960].

Il progetto di Lafitte evocava il ritorno ad una sorta di Rinascimento, quale fusione tra umanesimo e modernità [De Vittori e Tacchini 1996], ovvero la creazione di una città che fosse in grado di coniugare la scienza, la tecnica e lo spirito d'impresa con l'arte ed un buon stile di vita, dove la possibilità per le persone di incontrarsi «nell'*agorà*» permettesse la realizzazione di una «fertilizzazione incrociata» tra settori tecnici, economici e culturali normalmente distanti tra loro. La realizzazione di questo progetto ideale, tuttavia, poté avvenire solo attraverso un percorso che, oltre a richiedere un lasso di tempo considerevole (la prima concretizzazione avvenne solo nel 1972 e lo sviluppo non si ebbe prima del 1980), fu determinata dalla spinta e dalla tenacia mostrata dalle persone coinvolte. Lo stesso Lafitte, in primo luogo, ma anche i vari prefetti che dal 1960 si sono susseguiti (Moatti, Thomas e Lambertin) e gli amministratori locali (come il senatore Hugues) che, nel corso del tempo, hanno portato il loro appoggio.

Il problema principale da affrontare era legato al fatto che all'interno del panorama francese l'industrializzazione era tutta concentrata attorno a Parigi e nessuno avrebbe ritenuto conveniente sviluppare economicamente la regione turistica della Costa Azzurra, attraverso l'installazione di un'industria ad alta tecnologia. Un fattore che giocò un ruolo positivo nel processo fu la decisione di alcune importanti imprese a carattere internazionale di spostarsi nelle zone dove poi si sarebbe instaurato il parco. In questa direzione, ad esempio, fu la decisione dell'IBM nel 1958, della Texas Instruments nel 1959 e della Thomson GSF nel 1962. Tutte attratte dalla presenza dell'aeroporto internazionale e dell'università di Nizza con la costituenda facoltà di Scienze e, non per ultimo, dalla presenza di un paesaggio ancora poco urbanizzato, avvolto da un clima soleggiato (si ritrovano qui i punti di forza dei PST «storici»).

Ma il richiamo esercitato da queste grandi imprese, da solo, non poteva bastare per far decollare l'idea di «città della sapienza», così come indicata da Lafitte. In assenza di qualsiasi segnale da parte del governo centrale per la realizzazione del progetto, fu necessaria la spinta energetica delle forze locali, quali le prefetture e le municipalità, per promuovere piani e progetti per la realizzazione del parco e

per compiere i primi passi (di investimento) in questa direzione. Solo attraverso questa spinta locale e la tenacia mostrata da Pierre Lafitte, nel 1972 venne promosso l'intervento pubblico che permise al parco di decollare e di giungere alla dimensione e all'importanza attuale, con i suoi 4.000 ricercatori, 16.000 ingegneri, 1.000 imprese presenti e con le specializzazioni in Tecnologia dell'informazione (sistemi di reti, elettronica e telecomunicazioni), in Scienze della vita, in Scienza dell'energia, dell'ambiente e dei materiali [Allemand 1997]; anche se l'idea originale (rinascimentale) del progetto venne pian piano sostituita da caratteri più pragmatici, quali quelli economici, immobiliari e tecnologici. In effetti era impensabile che una struttura di tale portata potesse essere implementata senza l'apporto statale, ma ciò che si vuole porre in luce è che senza il pieno coinvolgimento locale tutto questo non si sarebbe forse mai realizzato.

2.5. Le strutture «snelle» di PST ed il modello tedesco

L'ultimo modello internazionale di PST preso in considerazione nel presente studio si rifà ad uno stile tedesco sensibilmente differente dagli altri. In questo caso i PST sono caratterizzati dall'assenza di una componente fondiaria ed immobiliare capace di accogliere imprese di una certa dimensione [Lacave 1997]. L'accento è posto soprattutto sulla diffusione delle conoscenze scientifiche e tecnologiche, attuando un trasferimento tecnologico dai centri di ricerca verso le realtà industriali locali. Questa, in effetti, è la modalità operativa dei circa 170 parchi scientifici attualmente presenti in Germania, sviluppati a partire dal 1983, quando il parco scientifico di Berlino (*Berlin Innovation and Business Incubation Centre/Technology and Innovation Park - BIG/TIB*) veniva per primo sviluppato.

Il ruolo svolto dalle esperienze tedesche rappresenta la sintesi di due elementi. Da un lato, il parco scientifico si vuole porre come agenzia per il trasferimento tecnologico, per ridurre le distanze esistenti tra il mondo della scienza e quello dell'economia. Dall'altro, la volontà di promuovere la nascita e lo sviluppo di nuove imprese (*start-up* o *spin-off*) spinge il parco scientifico a svolgere anche il ruolo di «centro di incubazione», per offrire alle imprese nascenti laboratori e spazi fisici, assistenza tecnologica, ma anche commerciale e finanziaria. In altre parole, un parco scientifico tedesco vuo-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

le rappresentare un «motore dell'innovazione» a tutti gli effetti [Plate 1996]. Per la realizzazione di questi scopi si è data priorità quasi esclusivamente alle *strutture soft* (reti informative, comunicazione e cooperazione tra le istituzioni scientifiche e quelle imprenditoriali), senza appesantire le iniziative di investimenti immobiliari. In questo quadro assumono importanza soprattutto le reti informative, come quella costituita dall'insieme di parchi scientifici associati alla German Association of Technology and Business Incubation Centres (ADT), che rappresenta uno strumento di collegamento e di interazione tra i diversi PST sviluppati nell'intero paese.

2.5.1. *Il parco scientifico in franchising: il caso della Steinbeis Foundation*

Quello della Steinbeis Foundation [Bandera 1997] rappresenta un caso «anomalo» di parco scientifico, le cui caratteristiche e la cui impostazione appaiono singolari. Come tutti i PST di nuova generazione il suo scopo principale è di supportare le piccole e medie imprese localizzate nella regione del Baden-Wurtemberg nell'affrontare i cambiamenti strutturali causati dall'introduzione delle nuove tecnologie. Per perseguire gli obiettivi di trasferimento tecnologico e di diffusione delle innovazioni offre una serie di servizi alle imprese come la raccolta di informazioni relative allo stato dell'arte di una data tecnologia ed il sostegno e incoraggiamento alla cooperazione e all'entrata in nuovi mercati.

Ciò che invece differenzia questo parco scientifico (e in generale quelli di stile tedesco) da quelli instaurati negli altri paesi industrializzati, sta nella struttura organizzativa. Invece di convogliare le competenze tecniche, scientifiche e imprenditoriali nei confini di una singola ubicazione, la Steinbeis Foundation ha promosso un modo di operare inverso. In altre parole, fa affidamento su una rete molto articolata e complessa di centri di trasferimento, che sono in grado di reperire le competenze conoscitive, tecnologiche e manageriali necessarie per risolvere i problemi innovativi di singole imprese, le quali, a loro volta, vengono contattate nella loro sede. I singoli centri di ricerca, rappresentando i nodi del *network*, sono unità giuridicamente indipendenti dalla stessa Steinbeis e sono legate ad essa solo da rapporti contrattuali che richiamano la forma del *franchising*. Alla società madre non spetta altro compito che di

coordinare e di gestire nel complesso il funzionamento della rete, oltre alle normali funzioni amministrative.

L'estensione della rete assicura alla Steinbeis la copertura di una gamma completa di competenze tecnologiche, che possono essere attivate per la risoluzione dei singoli problemi tecnici. In presenza di problemi complessi, poi, viene costituito un *team* di esperti (professori, ricercatori, manager) che affrontano sia le questioni tecnologiche, sia quelle organizzative, manageriali e di marketing. Allo stesso tempo, possono essere gli stessi scienziati o professori che, dopo aver lavorato ad un progetto di ricerca, si muovono verso la direzione industriale per promuovere l'applicazione pratica delle scoperte. Per ultimo occorre considerare che l'indipendenza dei centri di trasferimento e la loro prossimità alle esigenze industriali rappresentano ulteriori fattori di garanzia che essi lavorino come soggetti *market o profit oriented*, in quanto unici responsabili del successo dell'iniziativa di consulenza e di trasferimento. In questo modo si garantisce che la ricerca delle soluzioni avvenga con particolare attenzione alle esigenze del mercato, secondo un'ottica prettamente industriale.

Le modalità organizzative e gestionali rappresentano un'evoluzione significativa rispetto alle impostazioni storiche di PST. La focalizzazione sui «contenuti», piuttosto che sui «contenitori», a vantaggio della crescita economica e imprenditoriale del territorio, si colloca all'estremo opposto rispetto ai primi modelli dove le esigenze di sviluppo delle nuove tecnologie imponeva la costruzione di infrastrutture fisiche. Allo stesso tempo, la costituzione di una rete di rapporti fa sì che il parco, di per sé, non debba detenere al suo interno tutte le competenze (scientifiche, tecnologiche e gestionali) che sono richieste nei vari momenti. E ciò è coerente con il fatto che il parco non si pone come centro di eccellenza in possesso di un patrimonio conoscitivo da poter trasferire ad altri soggetti, ma come elemento di supporto alla crescita del tessuto imprenditoriale regionale.

3. *Quindici anni di parchi italiani*

3.1. *Introduzione*

Anche l'Italia negli anni '80 ha visto partire le prime esperienze di parco scientifico. Il primo PST operativo, quello di Trieste

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

(*AREA Science Park*), è datato 1982, a cui ha fatto seguito quello di Bari nel 1985, con l'esperienza *Tecnopolis Novus Ortus*. Da quel momento, con una certa accelerazione in questi ultimi anni, la volontà di creare e sviluppare strutture simili si è andata sempre più diffondendo nelle diverse regioni e nelle diverse aree del paese. Fino al punto da far sorgere pesanti interrogativi sulla loro necessità, soprattutto quando sono coinvolte ingenti risorse pubbliche, come nel caso del programma di intervento per la costituzione di una rete di PST nelle regioni meridionali⁴.

L'insieme delle esperienze promosse fino a questo momento assume delle connotazioni singolari, in particolar modo se si effettua un confronto internazionale. Si è visto che nei maggiori paesi esteri è possibile identificare precisi stili di PST (quello anglosassone, quello francese, quello tedesco e quello giapponese). Nel caso italiano al contrario si osserva una certa disomogeneità. In alcuni casi si possono rilevare esempi che si avvicinano al modello statunitense di Stanford; in altri prevale la presenza dell'intervento statale di programmazione regionale ed industriale, come nel modello giapponese; altri, infine, presentano strutture «più snelle», come quelle che caratterizzano lo stile tedesco. Allo stato attuale, comunque, quasi tutte le regioni italiane presentano almeno un'esperienza di parco scientifico ed il complesso di iniziative realizzate (o in corso di realizzazione) appare consistente (si veda la tabella 1).

3.2. Criteri di lettura delle esperienze italiane di PST

L'analisi delle iniziative di PST promosse in Italia può essere condotta utilizzando diverse chiavi di lettura. Un primo elemento di distinzione è dato dall'osservazione del *soggetto che ha promosso la nascita del parco*. Si possono distinguere due tipi di iniziative [Maglione 1985; Maglione e Romano 1991]:

a) *esperienze organizzative (o spontanee)*: sviluppate in aree metropolitane dove già presenti erano le capacità innovative e di ricerca, sia pubbliche che private, sia di base che applicata, e dove forte era la presenza di un terziario avanzato. Queste iniziative si

⁴ Dell'intervento statale per la costituzione dei parchi scientifici nelle regioni meridionali si parlerà in maniera più estesa al termine di questo capitolo.

Tabella 1. *I parchi scientifici e tecnologici in Italia.*

| | Parco scientifico | Località | Anno |
|----|------------------------------|---------------|------|
| 1 | Agripolis | Padova | 1997 |
| 2 | Agrital Ricerche | Napoli | 1987 |
| 3 | Area Science Park | Trieste | 1982 |
| 4 | Aurelia | Pisa | 1996 |
| 5 | Basentech | Matera | 1996 |
| 6 | Bicocca | Milano | — |
| 7 | Calpark | Cosenza | 1994 |
| 8 | Catania Ricerche | Catania | 1987 |
| 9 | Centuria | Cesena | 1995 |
| 10 | Environment Park | Torino | 1997 |
| 11 | Ferrara Ricerche | Ferrara | — |
| 12 | Fondazione ELBA | Genova | — |
| 13 | Fondazione IDIS | Napoli | 1989 |
| 14 | Genova Ricerche | Genova | 1986 |
| 15 | Leonardia | Piacenza | 1990 |
| 16 | Lingotto | Torino | 1984 |
| 17 | Milano Ricerche | Milano | 1986 |
| 18 | Padova Ricerche | Padova | 1987 |
| 19 | PASTIS | Brindisi | — |
| 20 | Pisa Ricerche | Pisa | 1987 |
| 21 | PST d'Abruzzo | L'Aquila | — |
| 22 | PST della Sardegna | Cagliari | 1994 |
| 23 | PST della Sicilia | Palermo | 1991 |
| 24 | PST della Valle Scrivia | Alessandria | — |
| 25 | PST dell'Isola d'Elba | Livorno | — |
| 26 | PST di Salerno | Salerno | 1995 |
| 27 | PST di Terni | Terni | 1994 |
| 28 | PST di Venezia | Venezia | 1995 |
| 29 | Roma Ricerche | Roma | 1986 |
| 30 | S.P.I. | Roma | 1986 |
| 31 | Science Park RAF | Milano | 1993 |
| 32 | Siena Ricerche | Siena | — |
| 33 | Technapoli | Napoli | 1992 |
| 34 | Tecnomarche | Ascoli Piceno | 1996 |
| 35 | Tecnoparco del Lago Maggiore | Verbania | 1993 |
| 36 | Tecnopolis | Bari | 1985 |
| 37 | Veneto Innovazione | Venezia | — |
| 38 | Venezia Ricerche | Venezia | 1989 |

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

sono sviluppate in contesti simili a quelli che hanno visto la nascita delle prime esperienze statunitensi, con l'obiettivo di valorizzare le potenzialità di sviluppo dell'area;

b) esperienze di tipo costitutivo (o indotte): sviluppate in contesti senza una preesistente vocazione tecnologica ed industriale, grazie soprattutto all'utilizzo di fondi pubblici e a forme giuridiche (come quelle consortili) che permettessero l'interazione pubblico-privato. L'operatore pubblico ha svolto il ruolo trainante, perseguendo obiettivi di riequilibrio territoriale da attuarsi mediante la creazione di strutture in grado di ospitare attività di R&S, di formazione e di servizio alle imprese. Le grandi imprese molto spesso sono state cooptate mediante incentivi fiscali e finanziari, mentre le piccole e medie imprese sono rimaste «trainate» dall'iniziativa; la componente tecnico-scientifica appare di minor rilievo.

Una seconda chiave di lettura delle esperienze italiane di PST si basa sulla valutazione delle *differenze di struttura organizzativa* [Petroni 1995]. Si possono evidenziare tre diverse forme di parchi scientifici. In primo luogo, si può parlare di *parchi scientifici come stabilimenti*. Queste strutture si richiamano al modello «classico» anglosassone, in quanto prevedono l'ubicazione in un preciso luogo fisico di impianti e di laboratori che sviluppano tra loro rapporti di interazione di natura tecnico-scientifica, utilizzando servizi comuni messi a disposizione dallo stesso parco (laboratori di prove materiali, servizi informatici e così via). L'obiettivo è di realizzare progetti di ricerca e sviluppo che abbiano come esito finale l'ottenimento di prodotti o processi innovativi; a loro volta, questi definiscono il patrimonio tecnologico del parco, a disposizione di piccole e medie imprese. Nell'esperienza italiana, tale tipo di struttura si ritrova negli esempi più antichi, quali Bicocca, TecnoPolis e Area Science Park⁵.

La seconda tipologia è quella dei *parchi scientifici come aree-sistema*. L'esperienza di parco si colloca in un ambito territoriale limitato dove già presente è un aggregato omogeneo di imprese, spesso di piccole e medie dimensioni (aree-sistema). L'obiettivo è

⁵ È evidente come le diverse classificazioni presentano numerose intersezioni tra loro, così che due PST differenziati secondo un criterio, risultano omogenei secondo un altro.

di offrire servizi tecnologici e di ricerca focalizzati sulle esigenze dell'area, atti ad irrobustirne il patrimonio tecnico o a favorirne la riconversione produttiva. In questi casi il parco spesso opera attraverso lo strumento della convenzione, al fine di proiettare le potenzialità innovative delle università e degli altri centri di ricerca verso le piccole e medie imprese del territorio. L'ambito di operatività del PST si allarga dai limiti dello «stabilimento», ovvero dai confini fisici del parco, per coprire tutta l'area-sistema di riferimento. Rispetto al caso successivo, il target di riferimento è delimitato e omogeneo. Spesso le imprese che fanno parte di una medesima area-sistema presentano forti complementarità produttive e tecnologiche, tanto che un cambiamento tecnologico si ripercuote in maniera omogenea su tutte le imprese.

Il terzo gruppo di PST è quello caratterizzato da *parchi scientifici con struttura a rete*, che presentano una struttura diffusa su tutto il territorio circostante (spesso identificato con la regione di appartenenza). Ciò determina due importanti implicazioni. In primo luogo, le imprese a cui il parco offre i suoi servizi difficilmente detengono un elevato grado di omogeneità di produzione e di tecnologie, tanto che l'ambito di competenze tecnologiche, scientifiche e operative del parco deve necessariamente allargarsi. In secondo luogo, lo stesso PST perde la sua dimensione spaziale originaria e la sua struttura si presenta come un intreccio di poli e nodi produttivi, caratterizzati da specifici bisogni di innovazione tecnologica, a cui si aggiungono centri di sperimentazione e, in senso lato, di produzione di conoscenze.

Queste due ultime categorie di PST si addicono in misura maggiore all'evoluzione concettuale che il modello di parco ha subito nel corso del tempo. Quando l'obiettivo principale si sposta dalla produzione di conoscenze alla diffusione e alla applicazione delle stesse in un contesto territoriale più ampio, le strutture fisiche (di ricerca) detengono un peso minore rispetto a requisiti quali la capacità di raggiungere il territorio e l'abilità di attivare competenze scientifico-tecnologiche secondo le esigenze innovative dell'area. In altre parole, quando il fattore critico di successo è saper offrire servizi reali alle imprese (tecnologici, finanziari e commerciali), il ruolo dello stabilimento, ovvero del «contenitore», passa in secondo piano a favore di strutture più intangibili, come quelle a rete.

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

Ciascuna delle classificazioni riportate fornisce contributi positivi all'analisi della situazione italiana dei PST, anche se nessuna è in grado di abbracciare in pieno il complesso delle iniziative realizzate. Risulta opportuno procedere in maniera più dettagliata, addentrandosi nelle singole realtà e valutando separatamente singoli casi di rilievo. Questo tipo di analisi verrà svolto in maniera approfondita nel capitolo successivo. Nella restante parte di questo capitolo si è preferito realizzare alcune considerazioni generali sulle esperienze italiane, riportando i risultati di un'analisi campionaria relativa alla situazione italiana attuale.

3.3. *Una fotografia dell'universo italiano di PST*

Lo studio condotto in questa sezione del capitolo prende lo spunto dai dati raccolti attraverso un'indagine campionaria condotta sui PST attualmente presenti in Italia⁶. Dall'analisi delle risposte fornite, la realtà italiana si presenta notevolmente disomogenea, tanto che ogni PST presenta caratteristiche quasi uniche. Quello che sembra emergere è la mancanza di una linea organizzativa e operativa omogenea a cui le diverse realtà si rifanno, nonostante le diversità regionali. Questa varietà si rileva da diversi aspetti, primo fra tutti quello legato alla tipologia di appartenenza delle diverse iniziative (si veda la tabella 2), secondo la classificazione fornita dal programma comunitario SPRINT [*Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea*, NC 186/51 del 27.7.1990].

⁶ L'indagine è stata condotta con l'ausilio di un questionario spedito ai parchi scientifici individuati nella tabella 1. Le risposte ottenute rappresentano il campione considerato nelle analisi successive. I parchi che hanno inviato le loro risposte sono stati complessivamente 20. Di questi, solamente 13 sono stati inclusi nel campione, mentre negli altri casi non è stato possibile operare in tal senso. I parchi censiti sono i seguenti: Agripolis (Padova); Area Science Park (Trieste); Calpark (Cosenza); PST di Salerno e delle Aree interne della Campania (Salerno); Parco scientifico biomedico San Raffaele (Milano); Technapoli (Napoli); Tecnopolis (Bari); PST di Venezia - Ve.Ga. (Venezia); Tecnoparco del Lago Maggiore (Verbania); Centuria (Cesena); PST della Sicilia (Palermo); Tecnomarche (Ascoli Piceno); Aurelia - PST della Toscana occidentale (Pisa); Fondazione Idis - Città della Scienza (Napoli).

Tabella 2. *Distribuzione per tipologia istituzionale.*

| Denominazione | Tipologia | | | | |
|--------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| | Parco scientifico | Parco di ricerca | Parco tecnologico | Centri di innovazione | Incubatore |
| Agripolis | sì | sì | | sì | |
| Area Science Park | sì | sì | sì | sì | |
| Calpark | sì | sì | sì | | |
| PST di Salerno | sì | | | sì | |
| Science Park RAF | sì | | | | |
| Technapoli | sì | | sì | sì | sì |
| Tecnopolis | sì | | sì | sì | sì |
| PST di Venezia | sì | | sì | sì | sì |
| Tecnoparco Lago Maggiore | | | sì | sì | sì |
| Centuria | | | sì | | |
| PST della Sicilia | sì | | | | |
| Tecnomarche | sì | sì | sì | | |
| Aurelia | sì | | | | |
| Fondazione IDIS | | | | sì | sì |

È pur vero che ogni classificazione rappresenta una forzatura della complessità del reale, ma ciò che sembra emergere è la volontà di ogni PST di fondere le caratteristiche associate ad ogni categoria secondo specifiche esigenze. Così sono solamente quattro i parchi che si vedono rappresentati da un singolo modello (San Raffaele, Centuria, PST della Sicilia e Aurelia), mentre tutti gli altri presentano caratteri di più modelli.

Al di là delle questioni terminologiche, tuttavia, la varietà della situazione italiana emerge soprattutto dall'analisi di altre variabili legate sia alle caratteristiche strutturali, sia a quelle operative o di indirizzo strategico. Per quanto riguarda il primo aspetto, si può notare (tabella 3) che nell'universo italiano coesistono sia parchi «di grande dimensione», sia parchi dalla struttura organizzativa *soft*, sia parchi distribuiti in maniera diffusa su tutto un territorio.

Evidentemente a diverse caratteristiche strutturali corrispondono modalità operative, di intervento sul territorio e sulle imprese di riferimento molto diverse. I parchi di grandi dimensioni sono quelli che hanno la possibilità di ospitare imprese al loro interno, che sono dotati di laboratori di ricerca, che impiegano un elevato numero di personale nelle diverse qualifiche e che svolgono sia attività di ri-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

Tabella 3. *Distribuzione per caratteristiche strutturali.*

| Denominazione | Estensione (x 1.000 m ²) | Cubatura (x 1.000 m ³) | Numero laboratori | Distanza università | Addetti |
|------------------------|---|---------------------------------------|----------------------|------------------------|---------|
| Agripolis | 250 | 230 | 5 | interna | — |
| Area Science Park | 550 | — | 40 | 5 | 760 |
| Calpark | — | 1,5 | 1 | 3 | 14 |
| PST di Salerno | 0,4 | — | 0 | 10 | 14 |
| Science Park RAF | 60 | — | 63 | interna | — |
| Technapoli | — | — | — | 5 | 58 |
| Tecnopolis | 60 | 120 | 6 | 10 | 425 |
| PST di Venezia | 15 | 300 | 4 | 1 | 13 |
| Tecnoparco L. Maggiore | 135 | 231 | 1 | 40 | 70 |
| Centuria | — | Solo uffici in affitto | — | interna | 10 |
| PST della Sicilia | 408 | 50 | 0 | 40 | 200 |
| Tecnomarche | — | — | — | 120 | 3 |
| Fondazione IDIS | 14,8 | 22,5 | — | — | 114 |
| Aurelia | — | — | — | 1 | — |

cerca, sia di servizio per le imprese e per altri utenti. Questi parchi si richiamano maggiormente al modello tradizionale, inteso come punto di incontro localizzato delle attività di ricerca delle università delle attività innovative delle imprese.

Al contrario, i parchi scientifici dalla struttura organizzativa «più leggera» sembrano maggiormente rivolti a fornire assistenza alle imprese nella loro attività di introduzione delle innovazioni e di miglioramento tecnologico, senza prevedere un intervento strutturale volto a questo obiettivo. Questi parchi sembrano interpretare meglio i dettami postulati dalla nuova concezione di PST, dove il trasferimento tecnologico assume valenza maggiore rispetto all'attività di produzione di conoscenze tecnologiche all'avanguardia.

La tabella 4 rivela l'esistenza di una relazione diretta tra la dimensione strutturale del parco, da un lato, e i servizi offerti alle imprese e l'attività innovativa, dall'altro. Sembra cioè che i parchi di maggiori dimensioni siano anche quelli in grado di offrire servizi più strutturati:

– *servizi comuni* (vigilanza, ristorazione, centro stampa, sportello bancario);

– *servizi specialistici* (di ecologia, di manutenzione, di ingegneria e progettazione, di logistica, di gestione magazzini e di analisi di laboratorio);

– *servizi di assistenza manageriale* (analisi socio-economiche, formazione, gestione delle risorse umane, informatica, servizio di informazione tecnologica e così via).

Tabella 4. *Distribuzione per tipologia di servizi offerti e per attività innovativa.*

| Denominazione | Servizi | | | Realizzazione di innovazioni |
|--------------------------|---------|---------------|------------------------|------------------------------|
| | Comuni | Specialistici | Assistenza manageriale | |
| Agripolis | | | | No |
| Area Science Park | x | x | x | Si, commercializzate |
| Calpark | | | x | Si |
| PST di Salerno | | | x | No |
| Science Park RAF | x | x | x | Si, commercializzate |
| Technapoli | | | x | No |
| Tecnopolis | x | x | x | Si, commercializzate |
| PST di Venezia | x | x | x | No |
| Tecnoparco Lago Maggiore | x | x | x | Si, commercializzate |
| Centuria | | | x | Si, commercializzate |
| PST della Sicilia | | | x | In via di realizzazione |
| Tecnomarche | | | x | No |
| Fondazione IDIS | x | x | x | No |
| Aurelia | | | x | In via di realizzazione |

Essi, inoltre, sembrano quelli capaci di portare avanti un'attività innovativa, impiegando personale di ricerca, attrezzando propri laboratori e assistendo i soggetti innovativi nella loro attività. Al contrario, quelli di dimensione minore, oltre a vedere ridotta l'attività innovativa, svolgono principalmente attività di assistenza manageriale a favore delle imprese che fanno parte del loro bacino di utenza. Questa distinzione in due tipologie dei parchi italiani appare coerente. Mentre quelli di più vecchia costituzione si inquadrano nei modelli tradizionali (orientati alla ricerca, dotati di infrastrutture e destinati ad ospitare imprese al loro interno), quelli più recenti si rifanno maggiormente alle nuove condizioni oggi ritenute di maggiore necessità. Essi agiscono principalmente a favo-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

re del territorio con lo scopo di accrescerne le potenzialità di sviluppo. Per questa ragione i servizi diretti alle imprese e agli imprenditori (come quelli di assistenza manageriale) risultano più coerenti.

Al tempo stesso, ci sono parchi che presentano le caratteristiche strutturali del secondo tipo, ma che per attività innovativa si avvicinano a quelli del primo tipo. Questo è il caso di Centuria. Le sue modalità operative potrebbero apparire anomale rispetto alla casistica riportata. In realtà il suo successo nel favorire lo sviluppo innovativo dipende dalla capacità che ha saputo mostrare di fungere da supporto al contesto imprenditoriale cesenate, offrendo servizi di assistenza e di stimolo dello sviluppo.

In merito all'attività innovativa promossa dai parchi, occorre considerare che questa può risentire anche della dimensione temporale, così come affermato in riferimento ai fattori critici di successo. Non stupiscono le *performances* innovative ottenute da Tecnopolis e da Area, che rappresentano i parchi italiani di più antica costituzione. E allo stesso tempo, non stupisce neppure che il PST di Venezia, ad esempio, non abbia ancora realizzato alcuna innovazione, dato che è operativo da poco più di un anno (si veda la tabella 1). Eppure Centuria, operativo da soli due anni, ha già promosso la realizzazione di cinque innovazioni, tutte immesse sul mercato con buoni successi commerciali. Si può quindi dedurre che la capacità di svolgere un'attività innovativa deriva non solo da variabili di contesto, ma anche da una precisa scelta strategica operata dai gestori dei parchi, il che avvalorava l'ipotesi dell'esistenza di due tipologie di parchi, secondo cui una vede nella produzione delle innovazioni il punto centrale di attività, mentre l'altra preferisce puntare su servizi che inducano le imprese all'introduzione delle innovazioni.

La varietà insita nella realtà italiana può essere anche osservata con riferimento alle modalità istitutive dei parchi. Infatti, mentre la maggioranza di essi ha potuto usufruire di fondi pubblici (a vario titolo, sia comunitari, che nazionali, che regionali), che in certi casi hanno rappresentato la condizione necessaria per favorirne la nascita, solo Aurelia, Centuria e il PS San Raffaele hanno dichiarato di non aver ricevuto alcun finanziamento pubblico per l'avvio della loro attività (tabella 5).

Tabella 5. *Distribuzione per finanziamenti pubblici ottenuti.*

| Denominazione | Finanziamenti pubblici |
|--------------------------|--|
| Agripolis | Regionali e Comunitari (Obiettivo 5B) |
| Area Science Park | Regionali (legge 46/82) e Comunitari (Obiettivo 2) |
| Calpark | Regionali e Comunitari |
| PST di Salerno | Legge 46/82 |
| Science Park RAF | No |
| Technapolis | Legge 46/82 |
| Tecnopolis | Intervento Straordinario Mezzogiorno |
| PST di Venezia | Comunitari |
| Tecnoparco Lago Maggiore | Comunitari (FESR) |
| Centuria | No |
| PST della Sicilia | Legge 46/82 |
| Tecnomarche | Legge 46/82 |
| Fondazione IDIS | Regionali (legge 80/84) e Comunitari (FESR) |
| Aurelia | No |

Il ruolo della componente finanziaria emergerà anche in seguito. Qui si vuole solo evidenziare che il costo iniziale per lo sviluppo di un parco scientifico risulta considerevole. E ciò giustifica l'ampio utilizzo di fonti finanziarie pubbliche. Mentre nel caso di esperienze spontanee le risorse pubbliche possono rappresentare solo una fonte aggiuntiva a quella locale, nel caso di esperienze indotte il loro ruolo risulta diverso. In questi casi, il parco viene configurato come strumento di intervento per ricreare nei contesti regionali caratteristiche e punti di forza non presenti. Tra questi risulta anche la componente finanziaria. Qui appare il ruolo pubblico dello Stato che deve intervenire per creare le condizioni iniziali per l'avvio di processi di crescita. Allo stesso tempo le risorse inizialmente messe a disposizione non devono essere considerate come fonti stabili che il parco può utilizzare per le operazioni correnti e politicamente non si ritiene adeguato che l'operatore pubblico intervenga con continuità a sostenere finanziariamente i parchi.

3.4. *Il caso dei Consorzi città-ricerche*

Ideati e sviluppati nella seconda metà degli anni '80, i Consorzi città-ricerche rappresentano un tentativo organizzativo di intensifi-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

care e rendere funzionali i rapporti tra università, altri enti di ricerca e aziende, nel quadro di una crescente competizione tra imprese e tra paesi. Negli obiettivi dei promotori (l'IRI ed il CNR) si ritrova la volontà di creare una rete tra le risorse scientifiche e tecnologiche che fosse in grado di orientare la ricerca universitaria all'introduzione di nuove tecnologie da parte delle imprese. Il tutto con due attributi fondamentali: la dimensione territoriale dell'iniziativa, attraverso il coinvolgimento degli enti locali e l'attenzione non solo per le imprese di grandi dimensioni (sia pubbliche che private), ma anche per le piccole e medie imprese, mediante il coinvolgimento attivo delle Camere di commercio.

Le forme di collaborazione previste sono di diversa natura, spaziando dalla semplice formazione dei ricercatori (attraverso borse di studio e dottorati), allo sviluppo di indagini sulla domanda di innovazione e di ricerca espressa dalla piccola e media industria, alla definizione e creazione di veri e propri centri di sviluppo e di ricerca in comune. Centri dediti sia ad attività di ricerca applicata da svolgersi in comune tra università ed imprese, sia di trasferimento delle conoscenze tecnologiche alle imprese di piccole e medie dimensioni.

Con questi caratteri, i Consorzi città-ricerche che sono stati sviluppati (a Roma, Milano, Genova, Padova, Pisa, Napoli, per citarne alcuni) non si identificano come PST nel senso classico del termine. Tuttavia, proprio perché si inseriscono tra le iniziative che tentano di accrescere il grado di competitività delle imprese sviluppandone la capacità innovativa e che puntano sul trasferimento tecnologico e sull'analisi dei bisogni innovativi dei contesti di piccole e medie imprese, possono rientrare in una visione più allargata di parco scientifico. Del resto, molto spesso gli stessi Consorzi sono stati tra i promotori di iniziative di parco scientifico, quando le esigenze territoriali o le risorse presenti nel contesto di riferimento hanno reso preferibile la strutturazione di iniziative più articolate, anche sotto il profilo immobiliare. Ciò è avvenuto, ad esempio, al Consorzio Venezia-Ricerche e al Consorzio Padova-Ricerche. In ogni caso, la presenza dei Consorzi arricchisce l'ambiente tecnopolitiano con esperienze dai caratteri singolari ma con obiettivi condivisi dagli altri soggetti che ne fanno parte.

3.5. *Il programma di intervento per la creazione di una rete di tredici PST nelle regioni del Mezzogiorno*

L'iniziativa portata avanti dal governo ha per oggetto il finanziamento di tredici iniziative di parchi scientifici localizzati nelle regioni meridionali. Di queste, in otto casi si tratta di nuove iniziative localizzate in regioni dell'Obiettivo 1⁷, in altri due casi si tratta di iniziative che, pur localizzandosi in regioni dell'Obiettivo 1, erano già state finanziate precedentemente dal governo⁸ e gli ultimi tre casi riguardano iniziative localizzate in territori ex legge 64⁹. Gli obiettivi prefissati ovviamente sono di natura politica. Si tratta principalmente di favorire la generazione e la diffusione della imprenditorialità competitiva, mediante la valorizzazione della ricerca scientifica e tecnologica e della capacità innovativa, identificando per i parchi ruoli e strategie ancorate ai bisogni reali di sviluppo delle regioni meridionali. Tutto ciò mediante la mobilitazione delle risorse e delle competenze esistenti in luogo e mediante il coinvolgimento di tutti i referenti istituzionali (università, imprese ed enti locali).

Per il raggiungimento di questi fini il governo ha previsto un modello particolare di PST. La definizione ufficiale utilizzata prevede che un parco scientifico e tecnologico si caratterizzi come un «sistema di cooperazione organizzata fra una pluralità eterogenea di soggetti per promuovere e diffondere nuove attività e nuove imprese nel territorio» [MURST 1994, pag.35], affiancando al concetto di parco quello di *sistema innovativo territoriale*. All'interno dello schema progettuale il parco scientifico deve diventare uno strumento di organizzazione di soggetti e processi diversi, attraverso cui risaltare i flussi innovativi a sostegno della competitività delle imprese e del sistema economico nel suo complesso.

Un'attenzione particolare è stata poi posta sulle funzioni ed i servizi che progetti di PST devono essere in grado di offrire alle impre-

⁷ PST della Sicilia, della Calabria, Ionico-Salentino (PASTIS), d'Abruzzo, del Molise, dell'Area metropolitana di Napoli, di Salerno e delle Aree interne della Campania, della Sardegna.

⁸ Tecnopolis, già finanziata nel 1986 ed il PST Valbasento (in Basilicata), già finanziata nel 1987 in merito ad un accordo di programma per la reindustrializzazione della Val Basento.

⁹ Tecnomarche (Ascoli Piceno), PST del Lazio Meridionale e dell'Isola d'Elba.

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

se di riferimento ed anche sul grado di internazionalizzazione degli stessi. In merito al primo punto, il programma di intervento prevede che i parchi si concretizzino in reali processi di incubazione e di innovazione, attraverso il supporto di servizi tecnologici e finanziari per le imprese. In particolare, le strutture di gestione dei parchi devono essere in grado di offrire strumenti strategici di marketing, finanziari e di coordinamento e controllo dei progetti. In merito al secondo punto, invece, è stato posto l'accento sulla necessità che i PST agiscano come nodi di una rete che dovrebbe sempre più aprirsi alle esperienze internazionali. L'ultimo capitolo del programma di intervento riguarda la formazione del personale. Affinché le iniziative possano avere successo la predisposizione di strutture rappresenta solo una condizione necessaria. Gli aspetti della formazione delle risorse umane assumono particolare rilievo, sia per quelle figure definite come «operatori di progetto», sia per quelle definite «operatori di parco» e sia, infine, per gli stessi utenti. Per ognuno di questi soggetti, sono stati previsti moduli formativi, attraverso corsi, seminari e meeting, ed è stata destinata una quota non marginale di risorse finanziarie per la loro realizzazione (tabella 6).

Tabella 6. *Impegno finanziario per progetti e per formazione (in milioni di Lire).*

| Parco Scientifico | Progetti di innovazione | Formazione | | Totale |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|---------|
| | | Operatori di progetto | Operatori di parco | |
| PST della Sicilia | 55.500 | 5.370 | 1.792 | 62.162 |
| Calpark | 26.290 | 2.560 | 1.104 | 29.954 |
| Tecnopolis | 44.400 | 4.340 | 192 | 48.932 |
| PASTIS | 47.000 | 4.625 | 1.424 | 53.049 |
| Basentech | 25.000 | 2.425 | 1.104 | 28.529 |
| PST di Napoli | 54.982 | 5.361 | 1.840 | 62.183 |
| PST di Salerno | 22.940 | 2.240 | 1.104 | 26.284 |
| PST d'Abruzzo | 18.680 | 1.820 | 1.104 | 21.604 |
| PST del Molise | 12.410 | 1.214 | 920 | 14.544 |
| PST della Sardegna | 20.650 | 2.000 | 1.472 | 24.122 |
| Tecnomarche | 22.350 | 2.190 | 1.104 | 25.644 |
| PST del Lazio | 17.684 | 1.720 | 1.104 | 20.508 |
| PST dell'Isola d'Elba | 22.300 | 2.200 | 1.104 | 25.604 |
| Totale | 389.686 | 38.065 | 15.368 | 443.119 |

Dal punto di vista finanziario l'impegno assunto dal governo si rivela consistente e ciò giustifica l'interessamento che questo progetto ha richiamato (nel complesso verranno mobilitate risorse per oltre 443 miliardi). L'impegno finanziario inizialmente preventivato era sostanzialmente maggiore (si aggirava attorno ai 1.000 miliardi), ma diverse vicissitudini politiche ne hanno ridimensionato l'ammontare. Non solo, ma anche dal punto di vista dei tempi dell'intervento, l'iter di selezione dei parchi, di approvazione dei progetti innovativi e di finanziamento si è rivelato eccessivamente lungo e frammentato, tanto da far temere un fallimento dell'intera operazione.

3.5.1. Sintesi e raccomandazioni

L'analisi dei caratteri principali e delle modalità attuative del programma presenta alcuni aspetti negativi, ma molti, al contrario, apprezzabili. Per quanto concerne i primi, si deve mettere in rilievo la lentezza e la complessità del cammino del progetto a partire dal 1990 ad oggi. Soprattutto perché la variabile tempo rappresenta un fattore critico essenziale per un parco scientifico, poiché solo dopo un numero consistente di anni risulta in grado di generare risultati positivi. Ridurre i tempi di attuazione, allora, avrebbe voluto dire anticipare il momento di operatività del parco e risultati che si attendono per domani potevano già essere disponibili oggi. D'altro canto il programma presenta molti lati favorevoli, sia per quanto riguarda lo specifico tema dei PST, sia per quanto riguarda in generale i progetti pubblici di investimento. La suddivisione del processo di finanziamento in quattro fasi, ognuna delle quali associata ad un preciso obiettivo monitorabile, il cui raggiungimento rappresenta la condizione necessaria per il passaggio a quella successiva, rappresenta un vincolo considerevole per il buon funzionamento dei parchi. Accresciuto dal fatto che i parchi *devono* essere in grado di raggiungere una capacità di autofinanziamento entro i primi tre anni di esecuzione dei progetti, poiché al termine degli stessi non è stata prevista la possibilità di finanziamenti ulteriori.

In riferimento alla struttura di parco, invece, nel programma si ritrovano molte delle indicazioni formulate precedentemente. La focalizzazione sul trasferimento tecnologico e sul sostegno all'adozione di capacità innovative da parte delle imprese, l'apertura inter-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

nazionale richiesta ai progetti, l'importanza attribuita ai servizi reali (commercializzazione, finanza, coordinamento e controllo), l'accento posto sulla criticità della formazione del capitale umano, l'esclusione di investimenti immobiliari per l'avvio delle iniziative, individuano un modello di parco scientifico che non vede come elemento prioritario la creazione di «vuoti contenitori», ma di «contenuti essenziali».

Al tempo stesso, l'individuazione del parco scientifico come sistema innovativo territoriale che si pone come referente per l'accesso e l'utilizzo di tecnologia da parte dei soggetti coinvolti nel processo innovativo, indica come negli intenti governativi sia presente la volontà a far sì che il parco sia «appropriato» al contesto territoriale [Luger 1995]. I progetti innovativi, piuttosto che essere all'avanguardia internazionale, devono prevedere l'utilizzazione creativa delle conoscenze tecnologiche internazionali per la loro traduzione secondo le esigenze locali. Così, piuttosto che impegnarsi nella creazione dei moduli internazionali di conoscenze, i parchi devono essere in grado di utilizzarli e di adattarli al contesto locale.

4. La situazione attuale dei PST in Italia

4.1. Tipologia

Il capitolo precedente ha introdotto la situazione italiana in tema di PST, fornendo alcune chiavi generali di lettura. In questo capitolo si prenderanno in considerazione sette realtà attualmente esistenti, realizzando una sintetica fotografia delle loro modalità costitutive ed operative ed enfatizzando peculiarità distintive e caratteristiche comuni. I sette casi studio selezionati (si veda la tabella 7) sono stati individuati perché formano un campione rappresentativo delle iniziative italiane e permettono di inquadrare l'universo di riferimento sia in senso verticale che orizzontale.

Da un lato, si può fare una distinzione storica tra parchi di più antica realizzazione (Tecnopolis, Area), che rispondono ad una concezione classica di PST, e parchi di più recente istituzione. Dall'altro e in senso orizzontale, gli otto casi presentati possono essere inquadrati in quattro classi distinte:

a) quella dei *parchi – utilizzatori* di conoscenze, secondo i nuovi sviluppi del concetto;

b) quella dei *parchi – produttori* di conoscenza, che pongono come punto centrale dei loro programmi la promozione di attività di ricerca (di moduli di conoscenze);

c) quella dei *parchi come strumenti di sviluppo territoriale*, dove il PST rappresenta un modo per indirizzare la crescita tecnologica e industriale verso percorsi più efficienti;

d) quella dei *parchi con struttura a rete*, la quale quasi sempre acquista una dimensione regionale.

Tabella 7. *Caratteri distintivi dei casi esaminati.*

| Carattere distintivo | Parco scientifico |
|---|-----------------------------|
| Parchi come utilizzatori di conoscenza | Centuria (Cesena) |
| Parchi come produttori di conoscenza | |
| – Le iniziative storiche | Tecnopolis (Bari) |
| – Le iniziative recenti | Area Science Park (Trieste) |
| Parchi come strumenti di sviluppo economico | Science Park RAF (Milano) |
| | Calpark (Cosenza) |
| | PST di Salerno |
| Parchi con struttura a rete | Tecnorete Piemonte |

4.2. *I parchi come utilizzatori di conoscenza: il caso di Centuria, una struttura snella al servizio dell'innovazione*

Le analisi generali svolte nel capitolo precedente hanno fatto emergere la singolarità del caso di Centuria rispetto all'universo di esperienze realizzate in Italia. Per cercare di capire a fondo le motivazioni che hanno portato Centuria a questo risultato occorre partire prima di tutto con l'analisi del contesto territoriale e storico nel quale si colloca. È questo che con le sue caratteristiche e con le sue peculiarità ha rappresentato la condizione necessaria per lo sviluppo di una tale iniziativa.

Centuria è situato a Cesena, ai limiti inferiori della pianura padana, in un contesto territoriale storicamente caratterizzato dalla presenza di un forte polo agroindustriale particolarmente specializ-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

zato nel settore ortofrutticolo¹⁰. La produzione di frutta ed ortaggi ha permesso anche lo sviluppo di una filiera di produzione del settore ortofrutticolo. Così, le oltre 15.000 aziende presenti nel comprensorio di Cesena e Forlì [Il Sole 24 Ore 6.9.1995] definiscono un distretto industriale che ha saputo sviluppare con efficacia tecnologie complementari a quella principale di produzione di frutta e ortaggi. Negli ultimi anni poi l'università di Bologna ha iniziato a decentrare le sue sedi, alcune sue facoltà e numerosi laboratori di ricerca specializzati nel settore agroindustriale. Se a questo si aggiunge la posizione «strategica» occupata da Cesena al crocevia di due delle principali arterie stradali italiane, al centro tra tre aeroporti nazionali ed internazionali, prossima ad alcuni porti navali dell'Adriatico, si può dedurre come la nascita di Centuria possa essere vista come espressione spontanea dell'ambiente socio-economico. Al punto che il capitale sociale del PST è detenuto per la metà da venti imprese agroindustriali operanti nel territorio (mentre la restante parte è detenuta dalle amministrazioni pubbliche e dalle associazioni di categoria).

Questa «vocazione» a favore dell'attività innovativa delle imprese e della nascita di nuovi operatori agroindustriali, ha determinato con forza i principi costitutivi del parco scientifico [Baccanti 1997]:

a) *approccio bottom-up*: ovvero attenzione ai bisogni reali delle imprese, in particolar modo di quelle di piccole e medie dimensioni, al fine di accrescerne la competitività nel settore agroindustriale;

b) *focalizzazione sull'intangibile*: la volontà di evitare duplicazione di strutture esistenti e di investimenti ha spinto i gestori del parco a ridurre al minimo le strutture tangibili, sfruttando per quanto possibile i laboratori ed i centri già esistenti e liberando risorse per sviluppare le operazioni gestionali. Ciò ha permesso di mantenere i tassi di redditività a livelli elevati;

¹⁰ Alcune cifre permettono di chiarire l'entità del fenomeno. Nel 1996 si è calcolato: una produzione di frutta per 3,2 milioni di quintali; una produzione di ortaggi per 1,4 milioni di quintali; un export di frutta e ortaggi per 2,4 milioni di quintali; un fatturato di ortaggi e frutta per 1.120 miliardi; un fatturato per trasporto di frutta e ortaggi per 3.000 miliardi; un fatturato per macchine agricole e attrezzature per l'ortofrutta per 950 miliardi; un fatturato per imballaggi e confezionamento per 250 miliardi; un fatturato per attività di ricerca nel settore per 400 miliardi [Il Sole 24 Ore 15.3.1997].

c) stile di gestione orientato ai risultati: la presenza delle imprese nel capitale del parco, ha spinto Centuria ad essere gestita con modalità analoghe a quelle imprenditoriali. Ciò ha determinato la focalizzazione delle attività al raggiungimento di risultati che permettessero di accrescere la capacità competitiva del settore agroindustriale nel suo complesso.

L'attività del parco è esclusivamente orientata al settore agroindustriale in tutti gli aspetti della filiera produttiva e l'offerta di servizi alle imprese è stata incentrata per il perseguimento di questo obiettivo. Si è puntato sulla promozione di progetti di ricerca applicata, sul trasferimento tecnologico alle imprese e sulla formazione, sull'assistenza alla commercializzazione, sulle attività di consulenza per i finanziamenti dell'innovazione e sull'assistenza all'attività di brevettazione e di deposito di marchi italiani e comunitari. L'attività brevettuale rappresenta spesso una componente necessaria di quella innovativa e Centuria l'ha inserita tra i servizi offerti alle imprese [la Repubblica 19.3.1997].

È così possibile sintetizzare i punti principali su cui si basa il successo di Centuria:

- elevata appropriatezza con il contesto ambientale ed imprenditoriale nel quale è collocato e dal quale ha trovato le energie per emergere e per svilupparsi;
- focalizzazione sull'applicazione di tecnologie generiche (quali la refrigerazione, la robotica, l'automazione e l'informatica) a favore delle esigenze locali, sfruttando la conoscenza del mercato finale di riferimento ed il *know-how* localizzato;
- adozione di strutture snelle e flessibili che evitino processi di burocratizzazione, duplicazione di costi e riduzione della redditività complessiva.

4.3. *I parchi come produttori di conoscenza*

4.3.1. *Le realizzazioni storiche: i casi di Tecnopolis (Bari) e Area Science Park (Trieste)*

I casi di Tecnopolis e di Area si presentano come i primi esempi di PST realizzati in Italia e la loro istituzione risale al 1982 per Area e al 1985 per Tecnopolis. Si configurano come esperienze indotte,

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

in quanto la loro istituzione deriva principalmente da una spinta politica esercitata dal governo centrale. Tecnopolis ha usufruito di ingenti finanziamenti statali grazie all'Intervento straordinario per il Mezzogiorno ed anche di un co-finanziamento comunitario; allo stesso modo l'Ente parco che gestisce il PST Area è stato costituito con una apposita legge e lo stesso parco ha ricevuto risorse finanziarie in fase di avvio da parte del governo italiano (legge 46/82) e comunitario (per interventi in aree ad Obiettivo 2).

I due parchi presentano un elevato grado di similitudine che si può riscontrare nei fattori critici di successo che caratterizzano entrambe le iniziative. Per quanto riguarda il caso di Tecnopolis [Barbieri 1995] occorre considerare il ruolo centrale svolto dall'università di Bari che rappresenta la competenza distintiva su cui l'azione pubblica è intervenuta per creare un centro di rilevanza strategica per tutte le regioni meridionali. All'università, poi, si sono affiancati numerosi centri di ricerca (come la Scuola per studi avanzati in matematica applicata ed industriale) e numerose scuole di formazione manageriale e professionale (come l'ASMIT e la SPEGEA). L'attività di ricerca rappresenta una delle componenti essenziali del successo di Tecnopolis, con le sue specializzazioni in Robotica ed Automazione, Microelettronica ed Informatica. Si consideri, ad esempio, l'intesa siglata con la società Sonoscan per la realizzazione a Bari di un polo sullo sviluppo di microsistemi elettronici [Il Sole 24 Ore 8.6.1994], che dimostra come le competenze di ricerca rappresentino un fattore di richiamo per le imprese.

Al tempo stesso il parco mostra attenzione anche ai servizi per le imprese (servizi comuni di uso del parco, servizi speciali e servizi di assistenza manageriale) che spesso si concretizzano in efficaci processi di incubazione. Dal momento della sua nascita al 1997, il parco ha dato vita a circa 27 nuove imprese [Lacave e Foresti 1997] e sono circa 600 le aziende che annualmente si rivolgono al PST per ottenere servizi ed assistenza. Il parco barese si presenta come un centro di eccellenza internazionale in grado di fare ricerca per il mercato internazionale e di offrire competenze per le imprese che operano negli stessi settori. Si presenta però un interrogativo: fino a che punto un centro di eccellenza incentrato su tematiche di rilevanza internazionale è in grado di produrre sviluppo in un territorio dalla bassa vocazione industriale? Fino a che punto la diffu-

sione dei servizi alle imprese può allargarsi al contesto territoriale in senso lato?

Questi stessi interrogativi si ritrovano anche per il caso di Trieste [Fabbro 1997] dove incerta è la capacità di diffondere i risultati positivi della sua attività al territorio che lo circonda. Eppure anche Area si configura come centro di eccellenza internazionale nel settore della Fisica (in particolare per la presenza del laboratorio Sincrotrone), delle Biotecnologie (per l'attività svolta, tra gli altri, dall'International Centre for Genetic Engineering & Biotechnology) e dell'Informatica. L'attività di ricerca rappresenta l'asse portante (e storico) delle sue competenze distintive e solo negli ultimi anni la strategia adottata dal parco si è allargata per coprire campi ed aree inizialmente meno sviluppate. Sempre più Area si sta trasformando «da parco di ricerca a parco scientifico e tecnologico» [Sancin 1997] grazie all'offerta di servizi reali alle imprese.

Solo da pochi anni è in funzione un incubatore tecnologico, i cui esiti sono stati subito visibili. Si consideri, ad esempio, l'impresa *Tecna*, *start-up* della ricerca svolta in collaborazione tra l'università di Trieste e quella giapponese di Sendai, che ha permesso lo sviluppo di *kit* diagnostici per il settore alimentare [Il Sole 24 Ore 31.10.1995], tra cui in particolare quello definito «Mu-screen», specifico per l'analisi sui mitili, che verrà immesso sul mercato il prossimo anno.

L'eccessivo scollamento con lo sviluppo locale ha spinto gli amministratori del parco ad intraprendere iniziative di diffusione tecnologica maggiormente focalizzate sulle esigenze innovative del territorio, anche di imprese di minori dimensioni [Sancin 1997]. Il parco sempre più sta cercando di assumere il ruolo di Sistema innovativo locale, favorendo processi di fertilizzazione territoriale e unendo gli obiettivi di un PST «di prima generazione» con quelli definiti con il nuovo concetto di parco scientifico.

4.3.2. *Le realizzazioni moderne: il caso del parco scientifico biomedico San Raffaele e lo sfruttamento economico delle conoscenze scientifiche*

Anche il parco scientifico biomedico San Raffaele (Science Park RAF) rappresenta un caso di successo nell'universo di PST italiani. Il parco ha visto la sua nascita nel 1992, per opera della Fondazione

Centro San Raffaele del Monte Tabor di Milano ed ha iniziato la sua attività nel 1993, senza avvalersi di alcun finanziamento pubblico per l'avvio dell'iniziativa. Al momento attuale la sua estensione territoriale è di circa 6 milioni di metri quadrati, al suo interno sono presenti 63 unità di ricerca a carattere accademico, vi trovano ospitalità l'istituto di ricovero e cura a carattere scientifico Ospedale San Raffaele, l'università degli studi di Milano, il politecnico di Milano ed altri centri di ricerca di imprese private e di istituzioni filantropiche. L'attività di ricerca ed innovativa è unicamente rivolta al settore biomedico, con specializzazioni in Biologia molecolare e cellulare, Immunologia, Neuroscienze, Ricerca clinica e Prototipizzazione di organi artificiali ed ausili diagnostici.

La nascita del parco scientifico, così come per Centuria, è stata il frutto di una spinta spontanea locale e la condizione necessaria che ne ha permesso lo sviluppo è stato l'enorme potenziale scientifico operante nel settore biomedico presente nell'area. L'idea del parco è risultata lo strumento ideale per sfruttare economicamente le capacità umane e innovative lì presenti. Questo potenziale conoscitivo che rappresenta già da solo un fattore di attrazione per centri di ricerca, per scienziati e per imprese occupate nel settore biomedico è stato poi accresciuto grazie all'offerta di servizi specializzati e grazie alla predisposizione di attività a favore delle imprese. Il parco si prefigge di sfruttare economicamente la conoscenza scientifica generata dalla ricerca, di trasferire le conoscenze tecnologiche alle imprese e quindi al mercato e di moltiplicare le attività di formazione. Tutto ciò grazie all'offerta di una serie di servizi rivolti esclusivamente alle imprese:

- *servizi di incubazione per nuove imprese*: grazie all'ospitalità temporanea di imprese e alla disponibilità di attrezzature scientifiche e laboratori;
- *servizi logistici e tecnologici*: quali spazi attrezzati con macchinari specializzati, terreni edificabili in proprio e centri congressi;
- *servizi tecnico-scientifici*: espressamente legati al campo della medicina, ma anche tecnologie orizzontali, quali gestione dati, collegamento a banche dati e analisi telematica delle immagini;
- *servizi amministrativi e finanziari*: in particolar modo relativi all'attivazione di finanziamenti e alla partecipazione di progetti di ricerca a livello comunitario.

Se a queste caratteristiche si aggiunge che il parco scientifico si estende su un'area attrezzata di eliporto, strutture ricreative, mezzi di collegamento (come metropolitane leggere) e che molti spazi possono essere affittati o acquistati dalle imprese, appare evidente che la struttura organizzativa si rifà ai parchi scientifici di stile anglosassone. Del resto vi si ritrovano numerosi elementi che ne garantiscono il successo: ubicazione in un contesto urbano sviluppato, come quello di Milano; presenza forte di una componente accademica; offerta di servizi specializzati per le imprese; una componente di investimento immobiliare.

Il successo di questa iniziativa si differenzia da quello visto con il caso di Centuria per avvicinarsi di più a quelli di Area e di Tecnopolis, in quanto condizioni ambientali differenti giustificano diverse modalità organizzative e di sviluppo. Questo significa che la trasposizione del «modello Centuria» in una realtà come quella milanese avrebbe scarse probabilità di successo, così come la trasposizione delle caratteristiche del San Raffaele nel contesto cesenate, proprio perché l'assenza delle condizioni ambientali necessarie renderebbe antieconomiche certe scelte. Per questo motivo le due esperienze si sono sviluppate spontaneamente. Il problema che si pone allora è: come deve essere costituito un parco scientifico perché sia fattore esogeno di promozione di crescita?

4.4. I parchi scientifici come strumenti di sviluppo economico

4.4.1. I contesti ambientali in ritardo di sviluppo: il caso di Calpark

Al contrario di contesti industriali dinamici come quello cesenate o ricchi di competenze scientifiche come quelli di Milano e di Roma, la situazione calabrese si presenta con un marcato ritardo di sviluppo economico e industriale, dove:

- il sistema produttivo è particolarmente atomizzato e le singole imprese, che non sono «abitate» ad interagire tra loro, realizzano produzioni commercializzate al di fuori dei confini regionali (nel Nord Italia);

- le istituzioni pubbliche locali non riescono a favorire l'introduzione delle innovazioni da parte delle imprese e tendono a mantenere un clima burocratizzato che non facilita l'adozione di nuove tecnologie;

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

– le università e gli altri centri di ricerca, pur sviluppando ricerche e competenze paragonabili a quelle delle altre regioni a maggiore industrializzazione, non riescono a trasferirle alla controparte industriale per la difficoltà ad instaurare rapporti di interscambio.

Per rompere questa catena, l'idea che il PST Calpark sta promuovendo è di agire prima di tutto sul lato della esplicitazione della domanda di tecnologia da parte del tessuto produttivo [Corti 1997]. Ma questa operazione non risulta sempre immediata perché le piccole imprese si differenziano anche per la capacità di identificare i bisogni conoscitivi di cui necessitano. Il punto fondamentale è che la quota maggiore delle piccole imprese calabresi esprime una domanda latente di servizi tradizionali, a cui il parco scientifico deve cercare di dare risposta. Calpark si è così dotata di una struttura snella, con soli 4 dipendenti, con strutture fisiche ridotte e con una focalizzazione su pochi, ma essenziali, servizi di assistenza manageriale. Nei PST che devono agire in ambienti simili, l'attività di ricerca deve lasciare il posto ad attività di trasferimento di cultura nel contesto produttivo locale e strutture quali i laboratori assumono minore rilievo. Si possono così individuare le attività che devono essere intraprese [Corsi 1997]:

- facilitare la capacità di interagire tra attori differenti presenti sul territorio;
- monitorare gli interessi che emergono nel territorio e organizzarli secondo una visione comune;
- ricercare le fonti finanziarie necessarie per produrre un volano allo sviluppo economico e produttivo;
- promuovere la collaborazione tra i centri di ricerca locali e le imprese in grado di esplicitare i loro bisogni di servizi tecnologici;
- organizzare le imprese locali che sono in grado di offrire servizi tecnologici, organizzativi e manageriali;
- favorire la nascita di nuove idee imprenditoriali che possono trasformarsi in nuove imprese;
- promuovere la collaborazione con le amministrazioni locali, affinché si assumano parte del rischio innovativo.

La sfida di Calpark può rappresentare un utile insegnamento per quei parchi che devono operare in contesti a ritardo di svilup-

po. Allo stato attuale non è possibile affermare se Calpark avrà successo, ovvero se sarà in grado di perseguire gli obiettivi individuati. L'impostazione strategica formulata rappresenta solo la condizione necessaria. Per renderla sufficiente è necessario che il management del parco trovi la forza di operare con coerenza e di superare le difficoltà che si porranno, adottando le scelte operative più efficaci.

4.4.2. *I contesti ambientali a bassa dinamicità: il caso del PST di Salerno e delle Aree interne della Campania*

Il parco scientifico e tecnologico di Salerno e delle Aree interne della Campania è localizzato in un contesto che non presenta ritardi di sviluppo eccessivamente marcati, ma dove le forze economiche e sociali mostrano poca dinamicità. Il suo ruolo principale è di organizzare le risorse presenti per sviluppare le capacità innovative e competitive potenziali dell'area. L'ambiente economico e produttivo si caratterizza per condizioni di sviluppo che non mostrano eccessive carenze: è presente un tessuto sufficientemente articolato di piccole e medie imprese ed una buona dotazione di conoscenze di ricerca sia da parte delle università che degli altri centri di ricerca. Tuttavia, si è in presenza di una situazione eccessivamente statica, dove i diversi soggetti sono poco portati ad aprirsi, a comunicare, a collaborare e a sfruttare appieno i vantaggi portati dall'introduzione di innovazioni tecnologiche.

Sorto per iniziativa degli enti locali salernitani nel 1992, ha iniziato la sua attività nel 1995 ed ha adottato una struttura *soft*, secondo i dettami del MURST, caratterizzata dalla presenza di sole strutture direzionali, dall'assenza di laboratori di ricerca e da un numero ridotto di personale (solo 8 addetti). Dato l'elevato ambito territoriale a cui fa riferimento, si è incentrato su un ampio ventaglio di settori merceologici, quali l'agroindustria, le biotecnologie, l'edilizia ed i materiali da costruzione eco-compatibili, l'innovazione gestionale a favore degli enti pubblici locali. I servizi offerti si concentrano su quelli legati alla formazione e all'assistenza alla progettazione, allo sviluppo innovativo, alla nascita di nuove imprese e alla ricerca di partner per la promozione di attività di ricerca.

Al contrario del caso precedente, il PST di Salerno non deve stimolare una domanda inespressa e non deve incrementare l'offerta

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

di conoscenze tecnologiche, ma deve cercare di creare quelle condizioni per cui ad entrambe le controparti si presentino vantaggi economici per interagire. Deve rendere visibile il lato dell'offerta a quello della domanda e deve esplicitare ai detentori di conoscenze scientifiche e tecnologiche quali possono essere i benefici derivanti da forme di collaborazione con il mondo dell'industria.

Questo spirito si è concretizzato in una serie di iniziative. Se ne prendono in considerazione tre recentemente varate:

a) l'annessione della regione Campania nella compagine societaria del PST [LOAD 1997] rappresenta il tentativo di coinvolgere in maniera più incisiva e diretta la controparte istituzionale e amministrativa. La capacità di quest'ultima di attirare e organizzare finanziamenti comunitari rappresenta un punto di forza per la promozione di iniziative innovative. Sempre più l'Unione Europea fa affidamento sulle amministrazioni periferiche per promuovere la partecipazione ai programmi di sviluppo e di finanziamento comunitari, secondo un approccio di tipo *demand driven* [Niessler 1997];

b) la creazione della *Banca dati dell'offerta di innovazione* dell'università degli studi di Salerno, quale strumento informativo finalizzato all'avvio di un sistema strutturato e permanente di relazioni tra la controparte accademica e quella delle piccole e medie imprese, di neo-imprenditori locali e di imprese provenienti da altri contesti. Il problema di rendere visibile alle imprese la varietà dell'offerta scientifica che l'università può mettere a disposizione delle imprese (italiane ed estere) per il perseguimento dei loro fini innovativi;

c) la predisposizione del *Club delle imprese innovative*, che può essere considerato come un ambiente di incontro strutturato attraverso cui animare momenti di interscambio di informazioni, di conoscenze e di esperienze tra attori della domanda e dell'offerta.

Più che cercare di superare i vincoli strutturali presenti nel sistema locale, queste azioni si prefiggono lo scopo di facilitare e promuovere la comunicazione e l'interscambio tra soggetti. Evidentemente l'abolizione dell'aspetto di staticità rappresenta la condizione necessaria per attivare positivi circuiti di introduzione di tecnologie nelle imprese locali. Questo esempio permette di chiarire che il requisito principale per un parco scientifico è rap-

presentato dalla capacità di inserirsi con armonia nel contesto territoriale, secondo le condizioni sociali, economiche, produttive e scientifiche presenti. Al tempo stesso è identificabile un limite dell'azione intrapresa dal PST di Salerno, perlomeno limitatamente agli strumenti qui analizzati: quello di una bassa propensione all'apertura internazionale. In un'epoca in profonda evoluzione, dove i mercati (di vendita e di approvvigionamento degli input necessari ai processi produttivi e innovativi) diventano sempre più globali, fare eccessivo ricorso ad una dimensione locale significa rischiare di non essere in grado di sfruttare a proprio vantaggio i cambiamenti in corso. Al contrario, si ritiene che il ricorso all'internazionalizzazione (del capitale finanziario, ma anche umano e conoscitivo) rappresenti una condizione necessaria per favorire la crescita territoriale.

4.5. I parchi come strutture a rete. La specializzazione tematica territoriale: il caso di Tecnorete Piemonte

Il progetto Tecnorete Piemonte, non ancora terminato, è stato sviluppato a partire dal 1993 con il supporto della regione Piemonte, della finanziaria regionale, in collaborazione con il politecnico e l'università di Torino e le amministrazioni provinciali; ad esso sono destinati fondi per l'importo di 200 miliardi, messi a disposizione dall'Unione Europea per le aree a declino industriale, e di altri 150 miliardi, messi a disposizione da Finpiemonte per le PMI che vorranno localizzarsi nei parchi [Il Sole 24 Ore 22.10.1996; Italia Oggi 19.10.1996]. L'obiettivo del parco è di creare opportunità per il rilancio della regione, di storica tradizione industriale, puntando sui caratteri di innovazione e di internazionalizzazione. Il progetto presenta le seguenti caratteristiche [Foresti 1997]:

a) la creazione di una rete regionale e transnazionale tra tecnopoli, che consenta di garantire un approccio globale su tutto il territorio regionale e che favorisca la complementarità di un luogo rispetto ad un altro;

b) la coincidenza delle sedi di parco con le sedi universitarie decentrate dell'università di Torino e del politecnico;

c) il lancio di una rete telematica di comunicazione tra tecnopoli, al fine di permettere l'integrazione e le comunicazioni tra le varie sedi;

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

d) l'utilizzazione di Tecnorete Piemonte come mezzo di assistenza delle PMI nell'introduzione e nell'uso delle tecnologie dell'informazione.

L'elemento caratteristico di questo PST a rete rispetto ad altre esperienze simili, sta nel fatto che i nodi centrali del *network*, identificati da altrettanti PST unipolari, presentano un certo grado di specializzazione tematica. In questo modo si è cercato di coniugare i vantaggi derivanti dalla specializzazione «produttiva» e della concentrazione tematica di risorse umane, di ricerca e imprenditoriali, con quelli derivanti dalla complementarità. A livello regionale, il collegamento in rete assicura che le conoscenze prodotte nei singoli nodi possano circolare all'esterno e raggiungere le PMI innovative. I nodi già identificati sono quattro:

- Environment Park di Torino, focalizzato su tematiche ambientali;
- Bioindustry Park di Colletterto Giacosa (Ivrea), specializzato in biotecnologie;
- PST della Valle Scrivia (Tortona), incentrato sulle telecomunicazioni;
- Tecnoparco del Lago Maggiore (Verbania).

Dal punto di vista operativo, quasi tutti i PST che fanno parte di Tecnorete Piemonte hanno adottato modalità simili. Tutti prevedono una componente immobiliare per la creazione di uffici, ma soprattutto per mettere a disposizione delle imprese spazi che possono utilizzare per la loro attività di ricerca e di introduzione di innovazioni tecnologiche. Particolare attenzione è stata posta al processo di incubazione, individuato come momento significativo dell'operato del parco. In secondo luogo, i parchi offrono alle imprese la possibilità di utilizzare attrezzature specifiche di ricerca o le sostengono anche finanziariamente per l'acquisto. Tecnoparco, ad esempio, prevede che l'azienda contribuisca solo con un investimento iniziale pari ad un terzo del valore del macchinario, mentre è lo stesso parco che sostiene il resto della spesa; nel corso dell'utilizzo l'impresa corrisponde un canone annuo d'affitto e può usufruire della possibilità di riscattare il bene alla fine del progetto. Per ultimo vengono offerti servizi di consulenza, sia per questioni tecnolo-

giche ed innovative, sia per quelle amministrative, finanziarie e commerciali, come, ad esempio, un sostegno per la richiesta di finanziamenti comunitari in merito ai progetti di ricerca.

Tecnorete si presenta come uno strumento complesso a disposizione sia delle imprese che dell'amministrazione regionale, che può intervenire direttamente sulle modalità di sviluppo territoriale. Allo stesso tempo, si individuano anche dei limiti nelle modalità adottate. Con riferimento a due aspetti. Il primo è legato alla dimensione immobiliare delle iniziative che si discosta dall'opportunità di adottare strutture snelle. Come l'esperienza di Centuria dimostra, l'attività di ricerca finalizzata ad acquisire una idonea capacità di assorbimento non implica necessariamente la creazione di strutture *ex novo*. Il secondo, è legato all'offerta di servizi alle imprese. La possibilità di intervenire attivamente nel territorio non passa solo per lo sviluppo della componente tecnologica. Ai servizi di trasferimento tecnologico devono essere affiancati quelli di reperimento delle risorse finanziarie e, soprattutto, di commercializzazione e di marketing, affinché innovazione ed esigenze del mercato possano sempre trovare corrispondenza.

5. I parchi scientifici come strumenti di promozione industriale: campi di intervento

5.1. Introduzione

Il percorso intrapreso fino a questo punto ha permesso di verificare che non è possibile definire un unico modello di PST da applicare alle diverse realtà mondiali e che non è possibile identificare a priori una corrispondenza certa tra obiettivi, modelli organizzativi e risultati perseguibili. Questo capitolo cerca di spingersi più avanti nella risoluzione dei problemi, individuando una serie di strumenti concreti che possono essere attivati per perseguire gli obiettivi individuati (si veda la tabella 8). La prima area di intervento è legata al fatto che il successo di un parco passa necessariamente per gli *incentivi che devono essere assegnati alla sua compagine manageriale*. Questo aspetto rappresenta un nodo critico essenziale, perché l'esperienza ha mostrato molte volte che parchi ritenuti

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

di successo sono intrinsecamente legati alla presenza di una leadership. Il punto chiave è creare in ogni struttura un leader. E ciò è possibile solo attraverso l'uso di opportuni incentivi manageriali che solitamente si trovano inseriti in adeguati schemi «incentivanti». Come evidenziato anche dalla teoria manageriale, il successo delle imprese e delle organizzazioni economiche dipende sempre più dal ruolo che viene assegnato alle risorse umane, complementare a quello delle strutture.

Tabella 8. *Campi di intervento per i PST.*

| Obiettivi | Campi di intervento |
|---|--|
| Leadership delle risorse umane | Schemi remunerativi incentivanti |
| Orientamento al marketing relazionale | a) Amplificare le relazioni con l'esterno b) Stimolare la domanda implicita |
| Rafforzamento delle politiche finanziarie | a) Ruolo informativo b) Ruolo di supporto alle politiche finanziarie c) Partecipazione ai progetti innovativi d) Aumentare la visibilità internazionale |
| Favorire l'apertura internazionale | a) Attrazione di capitali esteri b) Marketing d'Area c) Mercati internazionali delle conoscenze d) Formazione del capitale umano |

Esistono anche altri elementi sui quali si deve intervenire. Aspetti che sono emersi come punti di debolezza soprattutto nel caso delle esperienze italiane. Il primo fra essi riguarda l'*orientamento al marketing* da adottare in logica relazionale. Il marketing inteso in questo contesto non rappresenta solo una funzione operativa che agisce alla fine del processo innovativo, verso il mercato finale, ma estende il suo ruolo fino ad abbracciare quello di gestione complessiva delle relazioni con l'ambiente esterno. E l'ambiente esterno per un PST è rappresentato dall'insieme di imprese che con esso si relazionano e dall'insieme degli altri soggetti, quali il mondo della ricerca, quello universitario e quello delle amministrazioni locali. Ognuno portatore di singoli interessi e di un proprio linguaggio, che il parco deve essere in grado di interpretare.

Il successivo campo di intervento ha una finalità maggiormente operativa e riguarda *la risoluzione delle problematiche finanziarie* legate alla promozione delle politiche innovative. In questo ambito ogni parco può intervenire secondo diversi livelli di impegno e di strutturazione, che partono da semplici ruoli informativi e che arrivano a prevedere un coinvolgimento diretto del PST allo sviluppo delle innovazioni.

Si è visto che nella risoluzione dei problemi l'ambito locale può non essere sufficiente, perché non sempre dispone delle competenze necessarie. Nel campo della ricerca scientifica e tecnologica, come in quello finanziario e nell'ambito delle risorse umane di cui si accennava precedentemente, l'orizzonte di riferimento è internazionale. L'internazionalizzazione rappresenta al tempo stesso un problema da affrontare e una possibile fonte di reperimento di risorse, necessarie per affrontare i problemi locali. *Acquisire una opportuna apertura internazionale* rappresenta il quarto campo di intervento individuato, sul quale occorre agire seguendo una logica sistematica e impostando una nuova filosofia che accompagni costantemente le azioni dei PST.

5.2. *Il problema degli incentivi manageriali*

L'ipotesi che si fa in questo paragrafo è che una delle leve sulle quali intervenire per influenzare la produttività di un PST non è data tanto dalla struttura del parco, quanto dai soggetti che lo gestiscono. Il problema è di definire una struttura di incentivi tali da spingere gli operatori decisionali (manager, ricercatori o altro¹¹) ad un comportamento efficiente per l'intera organizzazione. Infatti sono i manager che hanno la miglior visione del contesto economico, del tessuto imprenditoriale, delle competenze e carenze dell'organizzazione e delle esigenze che devono essere soddisfatte. E sono sempre i manager che sono preposti alla definizione delle migliori soluzioni operative e strategiche. Ma devono essere adeguatamente incentivati ad adottare un comportamento che sia desiderato dai portatori di

¹¹ Per comodità di esposizione, si farà genericamente riferimento ai manager, identificando così tutti quei soggetti che all'interno della struttura formale del parco hanno capacità di influenzarne le decisioni e quindi il comportamento.

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

capitali del parco, in quanto i primi potrebbero avere obiettivi diversi da quelli dell'istituzione in cui operano. Questa situazione è tipica di rapporti così strutturati. Il problema è che per questo motivo si rendono necessari schemi di incentivo che siano in grado di comporre i «normali» conflitti di interessi tra fini personali dei manager e quelli generali delle organizzazioni.

La relazione tra questi due soggetti si configura come un tipico rapporto principale-agente, con delega agli agenti del raggiungimento degli obiettivi del principale, in presenza di *asimmetria informativa*, sia di tipo «selezione avversa» che *moral hazard* [Milgrom e Roberts 1991]. Uno schema retributivo basato sull'incentivazione ha lo scopo di spingere le azioni dei manager nella direzione del principale, perché tende ad ancorare la remunerazione dei primi al raggiungimento di obiettivi considerati rilevanti per il secondo. Le *performances* ottenute dal parco rappresentano una misura, un segnale dello sforzo promosso dai manager per il loro raggiungimento. La produttività del parco, però, dipende anche da fattori esterni che non sono sotto il diretto controllo dei manager, come la congiuntura economica generale o la cultura imprenditoriale locale. Una correlazione stretta tra risultati del parco e remunerazione dei manager potrebbe esporli a rischi troppo onerosi e iniqui, che gli stessi potrebbero non accettare perché reputano al di fuori del loro controllo. Qui sta la necessità di trovare un equilibrio tra premi e garanzie e tra produttività ed equità.

Un modo per garantire opportuni incentivi agli amministratori è quello di *includerli all'interno delle remunerazioni*. Parlare di incentivi o di contratti incentivanti assume per noi lo stesso significato. Tuttavia, il punto su cui si fonda questo paragrafo non è lo studio delle remunerazioni manageriali in senso stretto, ma l'analisi degli schemi di incentivo che meglio rispondono alle esigenze individuali. Ciò si traduce anche nell'analisi delle remunerazioni agli amministratori in senso lato, nella misura in cui esse inglobano al loro interno una componente incentivante. Si consideri che l'utilizzo di contratti incentivanti è all'ordine del giorno per le imprese che operano in mercati evoluti, come quello anglosassone. Qui gli amministratori percepiscono delle remunerazioni in cui la «componente variabile» rappresenta una quota rilevante del totale. La filosofia degli incentivi, tuttavia, sta prendendo piede anche in Italia, soprattutto

nel settore bancario aperto alla concorrenza internazionale, ma anche nelle imprese che operano in altri settori. Su questa direzione si stanno muovendo imprese come Eni, Telecom e Mediaset e schemi di questo tipo sono già operanti in istituti bancari come Credit o Comit [Corriere della Sera 15.12.1997]. Anche le amministrazioni pubbliche (regioni, provincie e comuni) stanno adottando criteri di valutazione per i dirigenti che comprendono anche la corresponsione di riconoscimenti economici ai più meritevoli.

5.2.1. *Lo schema remunerativo base*

In termini generali, una remunerazione R che preveda uno schema incentivante può essere pensata come la somma di due componenti:

$$R = a + b X$$

dove: a è la componente fissa; X è il valore misurato delle performance (che si può supporre funzione dell'azione diretta del manager, a meno di una componente stocastica); b è la sensibilità della remunerazione al livello della performance. Affinché un contratto così stabilito possa definirsi efficiente, il livello degli incentivi deve essere tale da remunerare esattamente l'impegno del dirigente e ciò si ottiene fissando il valore di b esattamente uguale al «costo» che il manager sopporta per incrementare la sua attività ed il suo impegno di una unità¹² [Milgrom e Roberts 1991].

È chiaro che esistono numerosi problemi applicativi, legati alla difficoltà di individuare gli elementi che devono entrare in X . Il concetto di performance associato ai parchi scientifici assume contorni non esattamente definiti, tanto che parchi differenti possono considerare elementi via via diversi quali obiettivi della loro attività. Allo stesso tempo, la performance deve essere misurabile ed univocamente individuabile, tale cioè da non generare incertezze aggiuntive al manager. In presenza di una definizione approssimativa o difficilmente misurabile il manager potrebbe ritenere che la sua attività non potrà essere adeguatamente valutata (e quindi remunerata) e sarà disincentivato a rafforzare il suo impegno all'interno dell'organizzazione.

¹² Costo marginale del lavoro del manager.

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

Per determinare gli elementi che entrano nel concetto di prestazioni di un parco si deve fare riferimento agli obiettivi del PST. Generalmente se ne individuano due, di *sviluppo innovativo* locale, il primo e di *sviluppo economico e imprenditoriale* locale, il secondo. Ad ognuno di essi è possibile associare un set di indicatori, che possono essere utilizzati come misuratori (parziali) della performance. In particolare:

Obiettivo di sviluppo innovativo:

- numero di brevetti realizzati;
- numero di domande di progetti di ricerca approvate (sia nazionali che internazionali);
- numero di nuovi prodotti realizzati;
- numero di nuovi prodotti immessi sul mercato e commercializzati.

Obiettivo di sviluppo economico-imprenditoriale:

- numero di nuove imprese nate per iniziativa del parco;
- numero dei contratti di consulenza stipulati con imprese locali;
- incremento della redditività delle imprese che fanno parte dell'indotto del parco;
- incremento occupazionale delle imprese associate al parco;
- numero di progetti di investimento approvati a favore delle imprese locali.

Per ogni indicatore è possibile stabilire il valore atteso nel periodo di tempo considerato e calcolare la remunerazione dei dirigenti del parco in funzione della distanza tra gli obiettivi pianificati e quelli effettivamente raggiunti. Il compito di fissare gli obiettivi e le modalità di misurazione più opportune deve essere lasciato ai manager (o, più in generale, alla contrattazione tra amministratori e portatori di capitali). Questa soluzione permette di eliminare il problema della *selezione avversa*. Solo i manager, infatti, data la vicinanza al contesto locale ed il ruolo che ricoprono all'interno dell'organizzazione, dispongono delle conoscenze tacite necessarie per identificare le azioni necessarie ed i risultati che possono essere raggiunti. I manager saranno indotti a rivelare le informazioni private di cui dispongono e a formulare obiettivi credibili, in

quanto sulla base degli stessi si determinerà il livello della loro remunerazione. Si può pensare che il manager riceverà un premio (un *bonus*) per ogni indicatore il cui valore risulterà superiore all'obiettivo dichiarato e, al contrario, riceverà una punizione (in termini di minor reddito) se per un dato indicatore non si sarà raggiunta la prestazione prestabilita. Alla fine, il *bonus* complessivo sarà pari alla somma algebrica dei singoli *bonus* legati ai singoli obiettivi.

5.2.2. Alcune precisazioni

Alcuni concetti devono essere affrontati in maggior dettaglio. In particolare, come determinare i singoli incentivi marginali? Come equiparare il peso di due obiettivi qualitativamente diversi tra loro? Ad esempio, come equiparare un brevetto con un progetto di ricerca finanziato? Quale deve essere pagato di più? Di quanto?

Si consideri che gli amministratori potrebbero formulare previsioni troppo «basse», al di sotto di quelle effettivamente raggiungibili. Non solo migliorerebbe la probabilità di superare l'obiettivo predefinito e quindi di riscuotere il *bonus*, ma aumenterebbe lo scostamento tra obiettivo pianificato e risultato ottenuto (e quindi il valore del premio). Per questa ragione la formulazione delle performance deve essere sì lasciata ai manager, ma solo attraverso un processo di contrattazione con i «proprietari» del parco, che dovranno controllare *ex ante* l'operato degli amministratori.

In secondo luogo, quale peso assegnare ai singoli valori di incentivo marginale? In linea di principio la scelta dovrebbe dipendere dall'importanza relativa assegnata ad ogni obiettivo. Detto altrimenti, se si preferisce puntare sulla promozione dei progetti di ricerca in misura maggiore rispetto allo sviluppo di conoscenze tecnologiche da brevettare, il valore dell'incentivo marginale per i primi deve essere maggiore di quello assegnato ai secondi. In questo caso, però, il manager potrebbe dedicare maggiore attenzione all'attività con il beneficio marginale più alto, perché ciò massimizza la sua remunerazione. Con il risultato che, seguendo l'esempio, la preparazione di nuovi progetti di ricerca tenderebbe a sostituire completamente quella di brevettazione. Esiste, cioè, una sorta di *principio di uguale compenso* [Milgrom e Roberts 1991], secondo il quale se si richiede che il manager dedichi uguale impegno ad obiettivi

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

diversi tra loro, allora ad essi deve essere assegnato un pari valore di incentivo marginale.

5.2.3. *Contratti incentivanti e stock options*

L'applicazione pratica di schemi remunerativi così costruiti può comportare ancora difficoltà rilevanti. Con lo scopo di massimizzare la loro remunerazione, il comportamento dei direttori sarà tale da promuovere azioni che vadano esattamente nelle direzioni indicate dallo schema incentivante, ignorando sistematicamente altri obiettivi (magari importanti) che non sono stati definiti esplicitamente. Il controllo e la misurazione della performance, poi, potrebbe non risultare agevole ed i dirigenti potrebbero considerare *non credibili* (e quindi non attuabili) gli incentivi individuati dal parco. In questi casi la soluzione passa per una semplificazione considerevole dello schema remunerativo. Da una *misura diretta* delle prestazioni dei dirigenti si dovrebbe passare ad una *misura indiretta*. Se il capitale sociale del parco è rappresentato da titoli azionari e se il mercato azionario è sufficientemente efficiente, il controllo dell'operato dei dirigenti può avvenire direttamente dal mercato: se i manager non opereranno nella direzione della massimizzazione del valore del PST (come desiderato dagli «azionisti»), ciò si ripercuoterà in una diminuzione del valore delle «azioni» del parco e viceversa¹³.

Lo schema remunerativo assumerà la seguente forma:

$$R = a + b (X - X^*), \quad \text{per } X > X^*$$

e

$$R = a, \quad \text{per } X \leq X^*$$

Al manager verrà chiesto di fissare l'obiettivo di crescita del valore azionario (X^*) per un dato anno e la sua remunerazione, per quello stesso anno, sarà pari ad un compenso fisso (a), più un *bonus* di ammontare proporzionale al maggior valore che le azioni avranno.

¹³ È chiaro che queste assunzioni presuppongono l'esistenza di un mercato azionario ampio, maturo e sufficientemente sviluppato, che goda delle condizioni ipotetiche richieste per i mercati efficienti. In paesi come quelli anglosassoni queste condizioni risultano in parte verificate. Nel caso di paesi come l'Italia, invece, il mercato azionario si presenta meno «efficiente», perchè più giovane e meno sviluppato.

no guadagnato rispetto al livello fissato ($X-X^*$). Qualora il valore preventivato non sarà raggiunto, al manager non spetterà alcun *bonus* ed il suo unico compenso sarà la sua remunerazione di base. In certi casi il *bonus* potrebbe essere costituito da un pacchetto azionario ed il manager vedrebbe aumentare la sua remunerazione nel momento in cui il valore delle azioni del PST sale. In altri casi il premio può essere rappresentato da *opzioni (di acquisto) su azioni (stock options)*, con valore di acquisto pari al valore prefissato dallo stesso manager e posto come obiettivo della sua azione. Quando il valore di mercato risulterà superiore al prezzo di acquisto fissato dall'opzione, il manager potrà eseguire operazioni di arbitraggio, acquistando e vendendo le azioni nello stesso tempo e ricavandone un guadagno netto pari alla differenza tra i due prezzi.

Si consideri che questo modello è già largamente utilizzato nelle imprese statunitensi ma sta prendendo piede anche in altri contesti, nella misura in cui i mercati azionari si ampliano sia in termini di volumi trattati, sia in termini di strumenti finanziari sviluppati. In Italia il Credito Italiano sta implementando uno schema incentivante basato sull'utilizzo di *stock options* [Il Sole 24 Ore 3.3.1998]. L'idea è di

Tabella 9. *Schemi incentivanti alternativi.*

| Strumento | Vantaggi | Difficoltà |
|--|---|--|
| <i>Bonus</i> su obiettivi di sviluppo innovativo e di crescita economica misurati da variabili qualitative (valore). | Spingono i manager verso azioni esattamente individuate. | a) Trascurano obiettivi generali e condizioni di contorno non compresi nello schema. b) Problemi di misurazione delle <i>performances</i> . |
| <i>Stock options</i> e premi azionari. | Legano i comportamenti dei manager al valore complessivo del parco. | Mercato mobiliare italiano poco sviluppato e struttura dei parchi non azionaria. |
| Premi azionari differiti. | Spingono i manager ad adottare visioni di lungo termine. | Mercato mobiliare italiano poco sviluppato e struttura dei parchi non azionaria. |

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

premiare ogni anno circa 100 dirigenti (top manager) tra quelli impiegati dalla banca. Essi potranno scegliere se ricevere un *bonus* monetario o azionario; in questo secondo caso il pacchetto non potrà essere venduto prima di tre anni. Il prezzo di assegnazione verrà stabilito pari alla quotazione di Borsa all'inizio dell'anno precedente, incrementato della *performance* realizzata dall'intero settore bancario. Così, se le *performances* dell'impresa saranno state superiori della media del settore bancario, il prezzo ottenuto sarà inferiore al valore corrente del titolo e qui sta l'incentivo per il manager (tabella 9).

5.3. *Evoluzione della funzione di marketing*¹⁴

Fino a questo momento il ruolo dei parchi scientifici è stato visto soprattutto in funzione della dimensione tecnologica ed innovativa. In questo paragrafo si farà esplicito riferimento al ruolo che la funzione di marketing deve assumere all'interno di strutture come i PST. Essere in possesso di competenze tecnologiche distintive (o essere in grado di applicare con efficienza conoscenze tecnologiche prodotte altrove) rappresenta solo una condizione necessaria per ottenere successo. La condizione sufficiente è data dall'efficacia con cui quelle competenze tecnologiche vengono trasferite in prodotti o servizi da porre sul mercato. Un adeguato orientamento innovativo è una condizione necessaria, che diventa sufficiente solo in presenza di un buon posizionamento competitivo e di un efficace orientamento al marketing in grado di identificare e soddisfare i bisogni della «clientela».

Per perseguire questo obiettivo occorre muoversi lungo due direzioni. In primo luogo, il parco deve essere in grado di strutturare un insieme organico di relazioni tra tutti i soggetti coinvolti nel processo innovativo, competitivo e di riorganizzazione del territorio. Ciò significa attuare una comunicazione regolare tra il modo della ricerca, dell'industria e delle amministrazioni locali, che sia mediata e coordinata dai manager dei parchi, posizionati al centro del crocevia sul quale convergono interessi e competenze diversificate. In secondo luogo, i PST devono essere in grado di dare risposta ai bi-

¹⁴ Il presente ed il successivo paragrafo traggono spunto dal lavoro di Ernesto Luccarelli [1998] a cui va il ringraziamento degli autori.

sogni latenti o nuovi delle organizzazioni a cui si relazionano. Non si fa solo riferimento alla domanda di servizi che le imprese sono in grado di esprimere autonomamente. Anzi, proprio in presenza di sistemi imprenditoriali caratterizzati da PMI che tendono ad operare in un certo grado di isolamento con l'esterno (si veda l'esempio di *Calpark*), l'azione dei PST deve essere di tradurre in domanda reale ed effettiva la domanda implicita di queste organizzazioni.

Adottare un orientamento al marketing significa attuare nuovi schemi interpretativi che sfruttino le potenzialità derivanti dal *network* di relazioni nel quale il parco si trova, ovvero dando rilevanza all'*aspetto relazionale* [Ferrero 1992]. Quando le organizzazioni si trovano ad operare in ambienti ad elevata intensità tecnologica, il marketing deve passare dal livello intra-organizzativo a quello inter-organizzativo, dove:

- non ci si occupa dei prodotti solo dopo che sono stati sviluppati e prima di arrivare sul mercato finale, ma interagendo attivamente con le altre funzioni a partire da quella di ricerca. La funzione di marketing non si deve occupare solo degli aspetti operativi a valle, perché i rapporti a monte della commercializzazione e della produzione tendono a rendere critico il suo apporto;

- si sviluppa la capacità di reperire competenze anche al di fuori dei confini dell'impresa, sfruttando risorse materiali e immateriali fornite dalle organizzazioni con cui l'impresa è collegata [Zagnoli 1990]. Il marketing deve intervenire nell'indirizzare i flussi comunicativi e di competenze non solo all'interno delle imprese o dall'interno verso l'esterno, ma anche dall'esterno verso l'interno.

L'adozione di questa nuova filosofia per i PST richiede di muoversi lungo due direzioni:

- strutturare i flussi di comunicazioni e le connessioni tra le varie parti del sistema conoscitivo;

- stimolare ed esplicitare la domanda delle imprese che fanno parte del sistema territoriale locale.

Queste due «azioni» permettono ai PST di valorizzare il patrimonio tecnologico di cui dispongono. I parchi dovranno essere in grado di rilevare la discrasia esistente tra competenze tecnologiche ed innovative ed esigenze di mercato, imponendo alle prime di es-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

sere coerenti con le seconde e garantendo un equilibrio tra finalizzazione competitiva e allargamento del patrimonio tecnologico. Per il perseguimento di questi fini, nei paragrafi successivi si cercherà di identificare una serie di strumenti operativi che possono essere impiantati a supporto dell'azione di marketing per un PST (tabella 10).

Tabella 10. *Obiettivi e strumenti della funzione di marketing.*

| Obiettivo | Strumenti |
|--|--|
| Amplificare le relazioni con l'esterno | a) posizioni di collegamento b) comitati di integrazione o <i>task force</i> c) riprogettazione per centri |
| Stimolare la domanda implicita | a) <i>newsletter</i> b) simposi e seminari tematici c) incarichi creativi |

5.3.1. *La strutturazione delle relazioni con l'esterno*

I rapporti con l'ambiente esterno sono sempre stati visti in un'ottica «verticale», intesi come relazioni che legano le imprese ai canali distributivi a valle o a quelli di reperimento degli input necessari al processo produttivo a monte. In ogni caso, si tratta quasi esclusivamente di rapporti di scambio. L'evoluzione subita dall'ambiente economico internazionale ed in presenza di un maggior dinamismo tecnologico, impongono di considerare i rapporti con il mondo esterno secondo un'ottica più ampia. Ai legami verticali si aggiungono quelli di tipo orizzontale, che le organizzazioni devono strutturare con altri soggetti per il reperimento di competenze che non è possibile «acquistare» sul mercato attraverso un'operazione di scambio.

In riferimento ai PST, il passaggio a questa accezione amplificata impone di moltiplicare i momenti di comunicazione tra le diverse parti del sistema, attraverso la creazione di opportune *passerelle tecnologiche* [Formica 1994], intese come elementi organizzativi che ricercano la coerenza tra esigenze tecnologiche e obiettivi competitivi, organizzando i rapporti di scambio conoscitivo con l'ambiente esterno e che possono assumere forme diverse in funzione delle esigenze delle singole realtà di PST. A forme diverse corri-

spondono modalità organizzative, difficoltà di implementazione e costi diversi, la cui scelta va fatta in relazione alle peculiarità di ogni parco. Quelli riportati di seguito sono esempi di meccanismi per favorire i rapporti di scambio conoscitivo tra soggetti diversi tratti dalla letteratura manageriale [Mintzberg 1985].

Nella prima forma proposta, le passerelle tecnologiche assumono la definizione di *posizioni di collegamento*. Si tratta di strutture informali con prevalente funzione di *information broker/manager* che, ponendosi «all'incrocio» di canali di comunicazione strategici per le organizzazioni, perseguono l'obiettivo di relazionarsi con ambienti diversi da quello interno. Il loro compito non è decisionale, ma informativo: la loro posizione garantisce una visione d'insieme delle caratteristiche dei soggetti con i quali il parco interagisce, compresi gli aspetti motivazionali, culturali, oltre che tecnologici. La finalità di una posizione di collegamento è di ottimizzare l'acquisizione di conoscenze dai partner, favorendo nello stesso tempo la diffusione verso l'esterno del patrimonio conoscitivo già disponibile, magari grazie all'aiuto delle tecnologie dell'informazione.

Nel momento in cui si rende necessario un contatto più articolato tra i soggetti, su base più ampia e con maggiore regolarità, si può pensare di rendere il rapporto di scambio più formale, per lo meno su tematiche o periodi limitati. A questo proposito si possono istituire appositi *comitati di integrazione o task force*, quali strumenti di coordinamento e di indirizzo strategico che rimangono nella sfera informativa a supporto dei ruoli decisionali. Il loro ruolo è duplice. Da un lato, hanno lo scopo di favorire l'integrazione delle differenti culture a contatto. Si pensi che un PST si propone di favorire l'interazione tra soggetti provenienti dal mondo della ricerca, da quello imprenditoriale e dalle amministrazioni locali. Così, la capacità di formulare un sistema comune e condiviso di idee passa per la capacità dei manager del parco di diffondere una visione strategica unitaria ed una linea culturale comune. Dall'altro lato, si possono concentrare sugli aspetti tecnologici, con l'obiettivo di favorire un coordinamento tra esigenze innovative e di mercato. Questo risultato può essere raggiunto favorendo un dialogo costante e ripetuto tra soggetti che operano all'interno della funzione di marketing e soggetti provenienti dalla funzione di R&S. Questa esigenza emerge soprattutto nelle prime fasi di pianificazione progettuale delle nuove applicazio-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

ni, quando risulta essenziale definire i tempi in cui arrivare sul mercato, indirizzare in modo corretto l'attività innovativa e comprendere adeguatamente le esigenze commerciali. Il ruolo dei PST è soprattutto di interfaccia e deve cercare di rendere compatibili i sistemi di vincoli e di obiettivi che caratterizzano i rispettivi comportamenti.

Il processo di formalizzazione delle passerelle tecnologiche può essere spinto fino a giungere ad una *riprogettazione per centri* del PST [Formica 1994]. In questo caso si fa riferimento ad una riorganizzazione complessiva del parco scientifico in una serie di unità e di strutture tra loro distinte¹⁵. Una ridefinizione in questo senso della struttura organizzativa comporta un impegno progettuale e finanziario molto elevato, che trova giustificazione solo se l'ammontare di attività svolto è consistente. Il passaggio dalla prima forma (posizioni di collegamento) a quest'ultima si accompagna ad un graduale coinvolgimento in termini di risorse umane, finanziarie e organizzative e allo stesso tempo si traduce in una maggiore capacità di affrontare e risolvere problemi relazionali sempre più complessi. Ogni parco, allora, deve essere in grado di individuare la soluzione organizzativa che meglio risponde alle sue esigenze di interazione.

5.3.2. *Stimolare la domanda innovativa*

Il secondo elemento sul quale intervenire è legato alla domanda innovativa e di servizi delle organizzazioni che si relazionano con il parco. Si consideri che ogni impresa è in grado di garantire successo al suo processo innovativo se e solo se è in grado di comprendere adeguatamente i bisogni della sua clientela. Per i parchi scientifici ciò significa individuare adeguatamente le esigenze del tessuto di imprese verso il quale si relazionano, in quanto esse rappresentano la particolare «clientela» del parco, agendo sulla dimensione informativa. Quelli di seguito proposti sono una serie di possibili strumenti atti a ridurre il *gap* informativo tra le imprese ed il mondo esterno, per quanto attiene alle questioni tecnologiche ed innovative, che i parchi scientifici possono sviluppare [Cesena Informa 1995; Informatore Artigiano 1995].

¹⁵ Si pensi, ad esempio, ai Centri di cooperazione università-industria, ai Centri di ricerca e di trasferimento tecnologico, ai Centri di cultura e innovazione, ai Centri di innovazione e incubazione di imprese, ognuno dei quali si occupa di questioni specifiche.

Il primo semplice strumento per la condivisione delle informazioni è la *newsletter*, redatta periodicamente e distribuita alle organizzazioni afferenti al parco. Attraverso di essa i ricercatori, le imprese e gli enti locali possono trovare spazio per esplicitare la loro attività o evidenziare carenze e bisogni. Al tempo stesso, il PST può sfruttare questo mezzo per fungere da filtro informativo. L'obiettivo è di fornire una raccolta di informazioni economiche generali, ma anche tecnologiche e finanziarie, che siano di supporto per le imprese e che siano potenzialmente utili per il loro business, magari come spunto per successivi approfondimenti. Pur essendo un mezzo informativo poco incisivo (ma anche poco costoso) può rappresentare una finestra aperta sul mondo dell'innovazione nei suoi aspetti tecnologici, conoscitivi e finanziari, alla quale le imprese possono affacciarsi. Della stessa natura sono i *simposi* ed i *seminari tematici* che i PST possono organizzare periodicamente su temi che rispondono ad esigenze diffuse tra le imprese socie. Al contrario delle *newsletters*, i simposi rappresentano un momento di incontro e di contatto personale tra soggetti provenienti dal mondo industriale e da quello della ricerca, con la possibilità di facilitare il processo di condivisione delle esperienze che sta alla base di ogni processo innovativo. La focalizzazione su singoli temi tecnologici e l'interazione diretta tra soggetti provenienti da ambienti diversi favorisce la trasmissione di conoscenze tacite.

Un ultimo strumento che può essere utilizzato riguarda la possibilità di affidare a giovani dipendenti del parco degli *incarichi creativi*. In riferimento ad un progetto innovativo in corso di definizione, il dipendente del parco viene incentivato a visitare le organizzazioni e ad «entrare» nel clima e nella cultura delle imprese, per poter esprimere adeguatamente le loro esigenze. In un certo senso deve rappresentare il punto di contatto tra l'impresa ed il parco e, grazie alla condivisione delle caratteristiche di entrambi e grazie alla visione d'insieme del progetto, può rappresentare il mezzo per trasferire le possibilità tecnologiche verso le imprese e attraverso il quale i bisogni delle imprese vengono esplicitati a favore del parco.

Nel passaggio dalla prima alla terza forma aumenta la capacità di risposta alle esigenze individuali delle organizzazioni. Di pari passo aumentano anche i costi (umani e finanziari) per attivarli. Mentre le prime forme impongono un certo grado di autonomia dei

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

soggetti, che devono possedere la capacità critica di valutare le situazioni di vantaggio ed i punti di debolezza della propria organizzazione, l'ultima si deve preferire in presenza di soggetti che non hanno la stessa capacità critica o che non sono abituati ad attuare scambi dialettici con terze parti. Nella sua impostazione verso un marketing non tradizionale, il parco scientifico deve essere in grado di attuare un giusto mix tra tutti questi strumenti, utilizzando l'uno o l'altro in funzione delle caratteristiche delle singole imprese con le quali deve interagire. Le soluzioni qui proposte rappresentano iniziative già programmate da diversi parchi anche nell'esperienza italiana. Molto spesso però il passaggio dalla programmazione alla implementazione incontra difficoltà. A nostro avviso il problema è di nuovo legato all'assenza di adeguati incentivi manageriali. Affinché tali strumenti possano risultare efficaci, ad essi deve essere assegnato un responsabile che deve sottostare ad un sistema di incentivi.

5.4. La gestione del finanziamento dell'attività innovativa

Il terzo campo di intervento attiene alla gestione delle politiche finanziarie legate ai processi innovativi. Si ritiene che questo aspetto sia complementare a quello della gestione delle politiche innovative e tecnologiche. Il passaggio dalla progettazione alla implementazione dei processi innovativi richiede il superamento degli ostacoli finanziari, ovvero richiede di soddisfare il fabbisogno finanziario che l'investimento innovativo comporta. Questa valutazione non può essere completamente demandata alle imprese titolari dei progetti. Da un lato, spesso è richiesta la partecipazione di soggetti diversi provenienti da altre realtà. I quali possono avere diversa capacità di operare nell'ambito finanziario, sia per la diversa esperienza acquisita in questo campo, sia per i diversi vincoli a cui istituzionalmente devono sottostare. Dall'altro lato, le PMI possono non avere la capacità di operare con efficacia nell'ambito della gestione finanziaria del progetto. Possono non conoscere tutte le opportunità di finanziamento esistenti in ambito nazionale e internazionale, o possono non avere sufficiente «potere contrattuale» per attivare tutti gli strumenti finanziari a disposizione delle imprese di maggiori dimensioni. In entrambi i casi emergono spazi di manovra per i PST,

che possono fungere da supporto per il reperimento e la gestione delle fonti finanziarie.

5.4.1. *Analisi delle politiche finanziarie*

Nell'affrontare il tema delle politiche finanziarie occorre tenere presenti quattro aspetti che lo identificano [Gilardoni 1988]. Il primo è legato all'*origine del fabbisogno*, inteso come valutazione delle motivazioni specifiche che danno luogo alla necessità di reperire risorse finanziarie. Questo primo aspetto permette di verificare in prima approssimazione quale tipo di fonte attivare per recuperare i mezzi necessari. Un'analisi di questo tipo si completa nella valutazione del secondo aspetto di verifica delle *caratteristiche del fabbisogno*. Questa fase dovrà definirne la natura, la durata ed il rapporto rischio/rendimento atteso, per permettere ai diversi investitori di definire il grado in cui saranno disposti a garantirne la copertura. Il terzo aspetto si riferisce alle *modalità di copertura del fabbisogno*. Dopo averne osservato origine e caratteristiche, la politica finanziaria dovrà essere in grado di stabilire quali migliori mezzi possono e devono essere attivati. In particolare bisognerà valutare se e quanto ricorrere all'incremento dei mezzi propri o dei mezzi di terzi, presso quale soggetto approvvigionarsi e a quale soluzione tecnica ricorrere. Infine, il quarto punto deve valutare le *possibilità di accesso alle fonti*, mediante un'analisi della fattibilità economica, amministrativa e strategica della politica finanziaria.

Le scelte di politica finanziaria dovranno muoversi lungo due dimensioni. La prima è una *dimensione verticale*, ovvero *per progetto*, in quanto il fabbisogno finanziario dipende dalla fase di sviluppo in cui il progetto si colloca [Gilardoni 1988]. Nella fase che va dalla formulazione fino alla prima introduzione sul mercato, la richiesta di mezzi finanziari è massima. In questo stadio il progetto non è ancora in grado di generare ritorni finanziari, mentre la sua implementazione richiede l'esborso di risorse immobilizzate per un tempo lungo e con tassi di rischio elevati. Il passaggio alla fase successiva, poi, è vincolato all'effettivo successo della sperimentazione e del processo innovativo. Nella fase successiva il nuovo prodotto viene introdotto sul mercato e dà luogo ai primi ritorni. Ora l'obiettivo è di favorire una sua espansione sul mercato locale, mediante la predisposizione di risorse necessarie per attuare una stabilizzazione del

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

mercato e delle vendite. L'esborso richiesto è di ammontare decisamente inferiore rispetto alla prima fase, sia perché il livello di immobilizzazione è minore, sia perché è sufficiente coprire la quota di fabbisogno non altrimenti coperta dall'autofinanziamento. Nel momento in cui dal mercato locale ci si vuole muovere verso quello internazionale, attraverso uno stadio di espansione, le richieste finanziarie aumentano nuovamente e richiedono ulteriori fonti. Molto probabilmente il solo autofinanziamento non sarà sufficiente e sarà necessario ricercare risorse aggiuntive.

A questa prima dimensione se ne affianca una seconda. Si tratta di una *dimensione orizzontale*, ovvero di *portafoglio* [Formica 1994]. In ogni momento un parco scientifico si trova a gestire diversi progetti innovativi in fasi diverse del loro ciclo di sviluppo e con diversi fabbisogni finanziari da soddisfare. Seguendo l'approccio metodologico della «matrice BCG» i progetti possono essere suddivisi in *più stabili*, che hanno già superato la fase sperimentale e progetti *innovativi*, che ancora si trovano alle prime fasi del ciclo di sviluppo. A loro volta, ognuno potrà essere più o meno in grado di generare flussi di cassa positivi o, al contrario, di assorbire risorse. Nasce un problema di gestione strategica del portafoglio di progetti. Da un lato, si possono avere progetti più stabili e profittevoli che generano risorse finanziarie da destinare ad altri (*cash cow*); dall'altro, progetti che non sono riusciti a generare risorse e che è opportuno dismettere (*dogs*); infine si potrebbe avere un eccessivo sbilanciamento verso progetti che si trovano nelle fasi innovative e che non hanno ancora iniziato a generare ritorni di cassa (*wild cats*), amplificando così il fabbisogno finanziario complessivo. Così le politiche finanziarie che i parchi devono attuare devono anche tener conto degli equilibri tra progetti, mediante una valutazione finanziaria complessiva. La scelta su ogni singolo investimento dipende sia dalle sue caratteristiche intrinseche, sia da valutazioni complessive di portafoglio. E agli aspetti finanziari si accompagnano aspetti strategici, secondo i quali le coperture finanziarie vanno ricercate anche tenendo conto dell'intero portafoglio progetti.

5.4.2. *Ruolo dei PST nell'ambito delle politiche finanziarie*

È possibile individuare il ruolo che i PST possono giocare in quattro direzioni. La prima deriva dalla definizione di parco scienti-

fico quale strumento di promozione industriale territoriale. In questa accezione, i parchi scientifici si possono porre semplicemente come supporto delle scelte finanziarie delle imprese. Il loro ruolo diventa prevalentemente informativo sulle diverse opportunità di finanziamento esistenti ai diversi livelli (regionale, nazionale e comunitario). Questo compito può essere svolto come servizio che il PST offre al sistema economico locale nel suo complesso. Successivamente i parchi possono anche sostenere l'implementazione delle politiche finanziarie delle organizzazioni, collaborando con esse per la stesura delle richieste di finanziamento, dei progetti da presentare ai vari enti e per tutte le pratiche amministrative necessarie. Nel caso di finanziamenti agevolati, mentre è relativamente semplice venirne a conoscenza, più difficile è passare all'effettiva implementazione, perché esiste un bagaglio di informazioni tacite racchiuse in norme e regolamenti che non sono facilmente reperibili. Nel caso di imprese minori questi problemi si presentano come ostacoli difficilmente superabili. I PST potrebbero entrare in gioco proprio in questa fase e permettere ad imprese di piccole dimensioni di acquisire i vantaggi competitivi dall'ottenimento di risorse finanziarie a condizioni favorevoli.

Sempre in riferimento alle imprese minori, si può individuare un terzo ruolo per i parchi scientifici. Molto spesso la difficoltà che le piccole imprese hanno ad accedere alle risorse finanziarie messe a disposizione dagli istituti di credito sta nella loro scarsa credibilità. Il fatto che le stesse imprese collaborano con un parco scientifico potrebbe rappresentare una condizione che ne accresce la fiducia nei confronti delle banche. A maggior ragione se il PST partecipa in prima persona al progetto, con la possibilità di offrire una forma di garanzia per le risorse finanziarie richieste.

Infine, la quarta modalità di intervento. Se si pensa alla possibilità di attivare finanziamenti esteri, appare evidente che, al di là delle questioni tecniche, il problema principale è legato al fatto che le (piccole) imprese locali risultano poco visibili al di fuori del contesto in cui operano. I PST potrebbero attuare tutta una serie di politiche per accrescere la visibilità del sistema locale di piccole e medie imprese, realizzando un idoneo *marketing d'area*, ovvero un'attività promozionale diretta verso l'esterno.

Naturalmente, nella forma più completa, il PST dovrebbe impe-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

gnarsi in tutte le quattro modalità individuate, in quanto ognuna rappresenta un modo per completare e accrescere l'efficacia delle precedenti. Mentre il semplice ruolo informativo legato alle questioni finanziarie può essere promosso facilmente dai parchi anche di più giovane strutturazione, perché richiede solamente un'attività di monitoraggio dei mercati finanziari locali e internazionali, la realizzazione dei compiti individuati dalle ultime modalità comporta un impegno organizzativo e umano di maggiori dimensioni, che solo i parchi con maggiore esperienza potrebbero essere in grado di fornire.

5.5. Promozione dell'apertura internazionale

Quando i PST sono localizzati in aree geografiche dal tessuto economico e industriale meno sviluppato, un ultimo aspetto sul quale devono focalizzare l'attenzione è quello dell'internazionalizzazione. Mentre i campi di intervento individuati nei paragrafi precedenti sono incentrati sulla promozione di competenze e modalità organizzative interne, quando si parla di internazionalizzazione si fa riferimento all'adozione di una diversa filosofia gestionale. Una filosofia che deve permettere di inquadrare il parco scientifico come elemento di una rete di rapporti che si allargano oltre i confini locali o nazionali e dalla quale trarre risorse e competenze. Questa impostazione è già emersa in parte nei paragrafi precedenti. Qui si cercherà di riprendere il discorso e di estenderlo fino ad abbracciare tutti i possibili significati dell'espressione «apertura internazionale». La prima accezione che gli si può dare si riferisce al garantire e favorire la possibilità d'accesso al capitale estero, veicolato per mezzo delle imprese multinazionali (MNE).

La presenza di imprese multinazionali rappresenta un mezzo per incrementare le risorse finanziarie a disposizione dei progetti innovativi promossi dal parco, ma non solo. In primo luogo, le MNE sono portatrici di competenze tecnologiche, innovative e manageriali, alle quali i soggetti e le organizzazioni che operano nel parco possono accedere. Se si pensa allo sviluppo di Sophia Antipolis, si osserva che uno stimolo indispensabile per la sua nascita è stata la decisione dell'IBM di localizzare i suoi impianti proprio nella regione dove successivamente sarebbe nato il parco. Questa decisione ha

dato valore al territorio e con esso alle competenze tecnologiche e conoscitive ivi localizzate. Non si fa riferimento alla quota di investimenti diretti all'estero (IDE) verso paesi che presentano un minor costo delle materie prime (e del lavoro), che, tipica dei flussi che si dirigono in direzione Nord-Sud del mondo, sta gradualmente diminuendo (tabella 11). Si fa invece riferimento a MNE che decentrano all'estero anche attività di servizio e attività produttive ad elevato valore aggiunto, le quali apportano vantaggi anche per le realtà economiche che le ospitano. Recenti studi evidenziano che la probabilità che le imprese multinazionali siano veicolo di promozione industriale e di crescita economica è tanto maggiore quanto più il paese d'origine e quello ospite non sono molto distanti in termini di strutture industriali [Rodriguez-Clare 1996]. Se valgono queste condizioni, nella misura in cui le regioni sono in grado di attirare IDE provenienti dalle altre nazioni a maggior sviluppo economico, attraverso il ruolo attivo giocato dai parchi scientifici, ciò si tradurrà in una accelerazione della crescita economica.

Tabella 11. *Stima dell'ammontare di IDE accumulati per area di origine e di destinazione.*

| Anno | Paesi sviluppati: % originati | Paesi sviluppati: % ospitati | Paesi in via di sviluppo: % originati | Paesi in via di sviluppo: % ospitati |
|------|----------------------------------|---------------------------------|---|--|
| 1914 | 100,0 | 37,2 | 0,0 | 62,8 |
| 1938 | 100,0 | 34,3 | 0,0 | 65,7 |
| 1960 | 99,0 | 67,3 | 1,1 | 32,3 |
| 1973 | 97,1 | 72,9 | 2,9 | 27,1 |
| 1983 | 97,4 | 75,5 | 2,6 | 24,5 |

Fonte: Alderson [1997].

In secondo luogo, le MNE rappresentano un modo rapido che le autorità politiche locali possono attivare per promuovere la crescita economica (ad esempio, con evidenti ripercussioni positive dal punto di vista occupazionale). Ma la loro presenza deve essere interpretata solo come un fattore di vantaggio complementare (e non sostitutivo) ad altre azioni che perseguono lo stesso obiettivo di sviluppo regionale. Far sì che la realtà imprenditoriale sia principalmente ca-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

ratterizzata da (grandi) imprese multinazionali comporta rischi sociali elevati, in quanto una loro decisione di dismissione degli investimenti effettuati instaura di fatto situazioni di crisi economica considerevole. Inoltre, la capacità di diffondere nell'ambiente i vantaggi derivanti dall'azione di queste imprese aumenta solo in presenza di un tessuto di imprese locali che instaurano relazioni di scambio conoscitivo e di mercato. In altri termini, non si ritiene che l'attrazione di capitali dall'estero e lo sviluppo dell'industria locale siano due strategie tra loro sostitutive [Charles, Hayward e Thomas 1995]. Al contrario, l'unico modo per evitare problemi di integrazione e per favorire la diffusione delle competenze verso le imprese locali è di sviluppare le due strategie in modo complementare. La prima strategia garantisce alla seconda maggiore efficacia e la seconda consente alla prima di estendere i benefici in maniera più capillare e per un periodo di tempo più lungo.

5.5.1. *Un confronto internazionale: il caso dell'Irlanda*

Per evidenziare il ruolo positivo che il richiamo di imprese multinazionali può portare per la crescita economica di realtà regionali in ritardo di sviluppo, si può svolgere un parallelo con l'Irlanda. Questa infatti presenta caratteristiche economiche e industriali che si avvicinano a quelle che si possono rilevare nelle regioni del Mezzogiorno in Italia. Inoltre, da qualche anno ha dato avvio ad una realtà di parco scientifico e tecnologico (il *National Technological Park*) nella zona di Limerick.

Se si confronta il comportamento dell'Irlanda in merito agli investimenti diretti all'estero messi in relazione alla formazione nazionale di capitale fisso (si veda la tabella 12), si può notare che il flusso di investimenti in entrata si posiziona nella media degli altri paesi (ad eccezione di Belgio, Paesi Bassi, Gran Bretagna e Australia decisamente lontani dalla media). Tuttavia, in merito alla differenza tra flussi in entrata e flussi in uscita, si può notare che solo Stati Uniti, Australia, Austria, Belgio, Nuova Zelanda e Irlanda sono rimasti importatori netti negli ultimi anni. Tra tutti questi solo l'Irlanda presenta un valore di flussi di IDE in uscita che è rimasta pari a zero nel corso del tempo.

Mentre nella maggioranza dei casi flussi in entrata e flussi in uscita si sono mossi di pari passo, l'Irlanda si caratterizza per aver

Tabella 12. *IDE in uscita ed in entrata in 17 paesi Ocse, in percentuale alla formazione nazionale di capitale fisso*

| | IDE in entrata | | IDE in uscita | | Differenza entrata-uscita | |
|---------------|----------------|-----------|---------------|-----------|---------------------------|-----------|
| | 1967-1972 | 1985-1990 | 1967-1972 | 1985-1990 | 1967-1972 | 1985-1990 |
| Australia | 8,31 | 8,83 | 0,95 | 5,92 | 7,36 | 2,91 |
| Austria | 1,54 | 1,97 | 0,42 | 1,94 | 1,12 | 0,03 |
| Belgio | 5,73 | 14,52 | 1,77 | 12,98 | 3,96 | 1,54 |
| Canada | 3,81 | 2,58 | 1,40 | 5,23 | 2,41 | -2,65 |
| Danimarca | 2,52 | 2,66 | 0,91 | 5,11 | 1,61 | -2,45 |
| Finlandia | 0,69 | 1,75 | 1,18 | 7,13 | -0,49 | -5,38 |
| Francia | 1,25 | 3,71 | 1,08 | 6,95 | 0,17 | -3,24 |
| Germania | 2,07 | 1,81 | 1,83 | 6,24 | 0,24 | -4,43 |
| Irlanda | 2,71 | 1,63 | 0,00 | 0,00 | 2,71 | 1,63 |
| Italia | 2,11 | 2,01 | 1,22 | 2,32 | 0,89 | -0,31 |
| Giappone | 0,16 | 0,07 | 0,45 | 3,54 | -0,29 | -3,47 |
| Paesi Bassi | 5,33 | 11,29 | 5,61 | 18,49 | -0,28 | -7,2 |
| Norvegia | 2,49 | 2,39 | 0,38 | 6,41 | 2,11 | -4,02 |
| Nuova Zelanda | 1,51 | 9,16 | 0,13 | 8,14 | 1,38 | 1,02 |
| Svezia | 1,45 | 3,24 | 2,29 | 18,32 | -0,84 | -15,08 |
| Gran Bretagna | 3,37 | 11,69 | 5,46 | 18,48 | -2,09 | -6,79 |
| Stati Uniti | 0,59 | 5,44 | 3,97 | 2,74 | -3,38 | 2,7 |

Fonte: Alderson [1997]. I valori sono medie del periodo.

richiamato solamente investimenti in entrata, mediante l'ingresso di imprese multinazionali. La situazione irlandese qui presentata non sembra solo il risultato del normale sviluppo economico dei paesi, ma sembra la risultante di azioni che tendono a premiare il ruolo delle MNE. Dal punto di vista occupazionale, si può verificare che il 40% dell'occupazione irlandese è impiegata nelle multinazionali e, dal punto di vista della ricerca, le università irlandesi concentrano le loro attività per rispondere alle esigenze delle maggiori imprese straniere localizzate in Irlanda, che generalmente non possiedono strutture di R&S [Jones-Evans, Pandya, Klofsten e Andersson 1998].

Lo stesso atteggiamento a favore delle imprese multinazionali lo si può riscontrare anche analizzando la composizione delle imprese del parco tecnologico. Nato formalmente nel 1984, la sua missione principale si identifica nella creazione di un ambiente tecnologico e

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

gestionale che favorisca la nascita e lo sviluppo di imprese *technology knowledge based*. La regione in cui è localizzato (Shannon) può essere caratterizzata come un'economia periferica a bassa industrializzazione, con una forte tradizione agricola ed ancora in una fase di transizione verso una moderna economia sviluppata [Byrne 1995]. Per questo motivo, il PST deve essere visto come strumento di promozione di crescita economica e industriale, incentrato principalmente attorno al ruolo strategico giocato dall'università di Limerick.

Attualmente il parco impiega circa 2400 persone in un mix di multinazionali, nuove *start-up* e imprese irlandesi che, provenienti da altre regioni dell'Irlanda, si sono localizzate all'interno del parco. La presenza di imprese straniere può essere letta come il risultato di una strategia di attrazione che è stata promossa soprattutto dalla Shannon Development Agency, l'agenzia nazionale per la promozione della crescita economica regionale che è stata una dei soggetti che ha partecipato alla nascita del parco. Nella regione di Shannon ha dato avvio ad una *free zone*, i cui obiettivi in termini di attrazione di investimenti esteri sono ben definiti¹⁶. Questa politica «aggressiva» di richiamo di imprese multinazionali estere si è tradotta in una serie di servizi offerti alle imprese, soprattutto di ordine finanziario e fiscale. Ad esempio, il rendimento sugli investimenti effettuato dalle imprese statunitensi in Irlanda risulta oltre il doppio rispetto a quello realizzato negli altri paesi europei¹⁷.

La trasposizione di una simile strategia nella realtà italiana presenta problematiche, soprattutto legislative, che vanno al di là delle possibilità d'azione dei parchi scientifici. I PST italiani dovrebbero cercare comunque di offrire un ambiente economico, tecnologico e conoscitivo che possa essere d'attrazione per le imprese multinazionali, anche attraverso la promozione di opportune politiche di «im-

¹⁶ Dalle pagine Internet del loro sito, si legge: «Ireland's industrial development policies are unambiguous; we recognise that investors require and are entitled to an adequate return and we seek to ensure that they will generate more profit per dollar invested in Ireland than anywhere else in Europe. Consistent adherence to this principle by successive Governments and their development agencies has ensured that Ireland remains among the favoured locations for mobile international investment».

¹⁷ I dati sono stati ottenuti dal sito Internet della Shannon Development Agency.

mage» (come verrà mostrato nel paragrafo successivo). E dovrebbero fungere da interfaccia con le autorità amministrative, sia locali che nazionali, per la promozione di opportuni incentivi fiscali e finanziari a favore delle MNE.

5.5.2. Altre azioni a favore dell'internazionalizzazione

L'internazionalizzazione si traduce anche in altri momenti che rappresentano aspetti diversi di una stessa filosofia. Nei paragrafi precedenti si accennava alla possibilità di attivare finanziamenti per le attività innovative ricorrendo agli strumenti messi a disposizione dai mercati finanziari esteri e si evidenziava che uno dei principali limiti alla realizzazione di questo obiettivo risiede nella limitata visibilità estera delle realtà locali. In questo senso, l'adozione di una apertura internazionale significa anche che *la funzione di marketing rivolga il suo orizzonte al di fuori dei confini nazionali, al fine di attivare opportune politiche di marketing d'area*.

Con questo termine si fa riferimento all'adozione di tutte le strategie che accrescono la visibilità estera dei contesti locali, sia dal punto di vista delle possibilità imprenditoriali, che delle competenze tecnologiche e conoscitive. Politiche quali promozioni su riviste estere specializzate, la produzione di opuscoli informativi da far circolare nei principali canali esteri, la partecipazione a fiere internazionali per la presentazione dell'attività della propria regione sono tutte attuabili dai parchi scientifici. In questa direzione, ad esempio, da tempo si sta muovendo il parco scientifico Area che si sta facendo carico di una vera e propria attività di «agenzia di promozione territoriale» [Romeo 1996], con lo scopo di favorire l'attrazione di iniziative di ricerca o di produzione *high-tech* provenienti dall'estero. Per questo motivo, ha acquistato pagine pubblicitarie sulle principali riviste manageriali che circolano tra le grandi imprese internazionali, ha partecipato a fiere specializzate per la presentazione alle imprese estere delle attività di ricerca sviluppate all'interno del parco scientifico ed ha attivato la presentazione del PST a *brokers* e a *investment banks* statunitensi.

Nella politica di Area si intravede anche il terzo elemento del concetto di apertura internazionale, quello legato alla *circolazione mondiale delle conoscenze scientifiche e tecnologiche*. La divisione internazionale del lavoro cognitivo rende impossibile ad una singo-

la organizzazione di garantirsi l'autosufficienza nella produzione di conoscenze necessarie al processo innovativo. In effetti, questo significato di internazionalizzazione risulta implicito una volta che si prova a strutturare l'idea di parco scientifico alla luce dell'evoluzione del quadro tecnologico e innovativo internazionale. L'implementazione di quel modello richiede che il management del parco si impegni attivamente a garantire e promuovere un collegamento con le istituzioni che a livello mondiale operano nei campi di interesse. In altre parole, si richiede che i PST adottino modalità operative simili a quelle che tipicamente contraddistinguono l'operato delle istituzioni scientifiche, dove l'articolazione delle relazioni di scambio conoscitivo con soggetti esterni (ed esteri) rappresenta una esigenza diffusa. Una volta che si sceglie di intraprendere questa strada è però necessario adottare un linguaggio condiviso. La gestione di rapporti di collaborazione con soggetti esteri comporta dei costi (non solo finanziari, ma anche umani e manageriali), che si aggiungono ai costi d'uso delle conoscenze scientifiche prodotte altrove, determinati dall'ammontare di ricerca scientifico-tecnologica che bisogna realizzare all'interno per riuscire a comprendere quella realizzata altrove.

L'apertura internazionale, allora, si esprime prima di tutto in un concetto di *internazionalizzazione del capitale umano* che opera nel parco: solo persone che sono abituate a vivere in un contesto internazionale, a scambiare informazioni con istituzioni localizzate al di fuori dei confini nazionali, a operare secondo logiche, ritmi, modelli organizzativi che sono propri di altre regioni del mondo saranno in grado di permettere all'intera struttura di adottare una visione non solo locale. Il parco può intraprendere questo percorso intervenendo nel campo della formazione del personale più giovane, sia assumendo ricercatori, tecnici e manager che hanno intrapreso un idoneo percorso di studi all'estero, sia incentivando chi già assunto a seguire esperienze all'estero. E non deve limitarsi solo agli addetti del parco ma deve estendere queste azioni anche al territorio.

Il punto dell'internazionalizzazione del capitale umano merita di essere ulteriormente specificato. Accrescere il patrimonio umano dell'area attraverso la sua formazione nel contesto internazionale rappresenta anche una condizione necessaria per favorire la localizzazione di MNE e, in secondo luogo, per trasformare la loro presen-

za in motore di sviluppo economico. Le imprese multinazionali, infatti, in fase di reperimento degli input necessari ai loro processi produttivi, possono agire sul mercato globale. La probabilità che si rivolgano a quello locale dipende dal suo stato di sviluppo. Ma, nel momento che questa condizione si verifica, si instaura un circolo virtuoso a vantaggio del territorio secondo il quale la presenza di risorse umane evolute spingerà le MNE a localizzare anche attività ad alto valore aggiunto, come la R&S, che potranno generare economie esterne anche a favore delle imprese locali.

Si consideri poi che la diffusione della cultura dell'innovazione può avvenire secondo un processo di progressiva imitazione. È sufficiente che il parco spinga all'internazionalizzazione alcuni soggetti leader per indurre altri a seguire medesimi percorsi, secondo modelli imitativi. Si individuano tre strumenti che possono essere attuati a questo fine. Il primo consiste nel promuovere l'internazionalizzazione delle imprese leader del parco, o di alcuni prodotti innovativi sviluppati nell'ambito delle attività del parco. Questa azione può facilmente dare origine ad un indotto locale in uscita.

Il secondo strumento consiste nel promuovere percorsi formativi all'estero (a favore di giovani) indirizzati verso imprese estere che vogliano assumere per periodi determinati giovani provenienti da altri paesi. Questa modalità di crescita formativa, ad esempio, rappresenta il modello adottato dall'Unione Europea con il programma Leonardo a favore di giovani della Comunità. Esempi internazionali supportano questa tesi. L'industria dei semiconduttori coreana [Iansiti e West 1997] ha dovuto gran parte del suo successo all'elevata formazione dei suoi ingegneri, in particolar modo di quella parte precedentemente occupata nelle multinazionali statunitensi, dalle quali hanno potuto acquisire esperienza e conoscenze tacite.

Molti ingegneri coreani avevano anche seguito un percorso formativo di base all'estero. Allo stesso modo, il terzo strumento a disposizione dei parchi è rappresentato da borse di studio che possono essere assegnate a giovani studenti per frequentare corsi di formazione post-universitaria, come master in *Business administration* e dottorati di ricerca. In questo caso il percorso formativo ha caratteri più generali, ma, proprio per questa ragione, garantisce una maggiore capacità di diffusione nel territorio.

Le varie forme del concetto di «apertura internazionale» che il

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

parco deve cercare di promuovere, devono essere inquadrare in una strategia comune e formulata in modo complessivo. L'internazionalizzazione deve essere pensata come una nuova filosofia che il parco deve adottare (e diffondere) nel suo insieme. Solo in quest'ottica, si può pensare all'apertura verso l'estero del personale, della ricerca, del marketing e della funzione finanziaria, perché tutti questi rappresentano elementi che traggono origine da una matrice comune. Che risiede nella logica secondo la quale lo sviluppo e la crescita di una regione passa necessariamente per il reperimento di risorse anche al di fuori dei confini locali.

6. Considerazioni conclusive

Perché affrontare oggi il tema dei parchi scientifici e tecnologici? Cosa rimane di inesplorato di questi fenomeni, a oltre 30 anni dalla loro comparsa? Che ruolo possono avere i PST in paesi come l'Italia?

Quando si riflette sul significato del concetto di parco scientifico, l'elemento che appare più evidente è che non è possibile definirlo a priori. Non solo ogni realtà geografica dove è stato promosso e realizzato ha aggiunto elementi di singolarità e di varietà (tanto che è possibile individuare precisi stili organizzativi), quanto il fatto che i cambiamenti intercorsi col tempo nella sfera economica, sociale e tecnologica hanno comportato profonde modificazioni nelle sue modalità operative, nei suoi aspetti gestionali e soprattutto nei fini che gli sono stati assegnati. Storicamente era giustificato associare all'idea di PST quella di trasferimento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche verso il comparto industriale per fini innovativi. Oggi non è più possibile. O, meglio, l'attributo di trasferimento tecnologico e di promozione innovativa rappresenta solo uno degli elementi di un contesto che nel frattempo si è arricchito.

In effetti, lo sviluppo iniziale del concetto ha avuto contorni ben definiti, tanto che è stato possibile da più parti individuare quali condizioni minime fossero necessarie per garantire successo alle iniziative sviluppate: spontaneità dell'esperienza, appartenenza ad un'area industriale sviluppata, focalizzazione sulla produzione di conoscenza scientifica e tecnologica *high-tech*, prevalenza di una

componente immobiliare e di infrastrutture e ruolo leader spesso giocato da un'università d'avanguardia. I risultati prodotti dalle prime iniziative hanno fatto ritenere che quel modello fosse replicabile anche in altri contesti, tanto da innescare un processo di imitazione anche in regioni dove non erano presenti i fattori critici di successo identificati per le realizzazioni storiche (come i paesi in via di sviluppo).

Di pari passo alla diffusione territoriale del concetto di PST si è assistito ad una mutazione e ad un allargamento dei fini ad esso associati. Fino al punto che le amministrazioni pubbliche ed i governi centrali, inizialmente rimasti sullo sfondo con ruoli complementari agli altri portatori di interessi, hanno iniziato a considerare i parchi scientifici come strumenti attivabili per favorire la crescita (non solo tecnologica) di determinate aree geografiche. Anzi, molto spesso ai PST è stato chiesto di essere promotori di quelle stesse condizioni reputate indispensabili per il successo delle iniziative del parco.

L'analisi della situazione italiana ha mostrato dinamiche simili. Dalle prime esperienze nate come centri di eccellenza attorno a competenze scientifiche e tecnologiche da diffondere sul territorio, le ultime mostrano caratteri opposti. Se si valuta in particolare il programma di intervento promosso dal governo italiano, si può notare come l'obiettivo politico si sia spostato (ampliato) verso quello che identifica il parco scientifico come motore di crescita economica territoriale. A questo punto sorge un interrogativo: come garantire il successo di tali esperienze?

Dal punto di vista tecnologico la risposta deriva direttamente dall'osservazione dei mutamenti in corso nella struttura innovativa internazionale. I crescenti vantaggi che i produttori di conoscenze tecnologiche hanno di muoversi verso una maggiore «generalizzazione» (modularizzazione) delle stesse, crea le condizioni economiche perché possa attuarsi una divisione del lavoro innovativo su scala internazionale, con una separazione tra soggetti che hanno la convenienza e gli incentivi per dedicarsi alla produzione di moduli generali di tecnologie e soggetti che utilizzano quelle stesse tecnologie applicandole ai mercati locali. La vicinanza con gli utilizzatori finali permette di acquisire con maggiore facilità (e con maggiore vantaggio) le informazioni che consentono di identificare la domanda locale ed il minor costo d'acquisto dei moduli di tecnologie ge-

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

nerali (rispetto all'autoproduzione interna) consente di recuperare in competitività anche a quei soggetti che non sono in possesso di un bagaglio conoscitivo eccellente. In questo modo di procedere si identifica una prima strategia per i PST che, come quelli italiani nelle regioni del Mezzogiorno, si trovano ad operare in contesti a minore sviluppo economico. Una strategia che postula il passaggio alla forma parchi-utilizzatori di tecnologie prodotte sul contesto internazionale.

Si è così trovata una prima condizione necessaria per il successo dei PST. Il passaggio a condizioni di sufficienza richiede di muoversi anche verso altre direzioni. Le quali vanno ricercate nelle modalità operative e organizzative dei parchi. Molti studi precedenti hanno legato la capacità dei parchi di essere di successo alle loro modalità strutturali e al modello di parco utilizzato. Si sono così identificate strutture più o meno snelle, più o meno diffuse e ramificate nel territorio, più o meno focalizzate sulle attività di ricerca. A nostro avviso questo modo di procedere giunge solo parzialmente alla risoluzione del problema, in quanto ogni struttura, ogni modello trova maggiore efficacia in specifici contesti e non è possibile definire una forma organizzativa che sia applicabile con successo anche a contesti molto diversi tra loro. In quest'ottica, una volta definito il modello organizzativo più adeguato e coerente con le condizioni ambientali dove deve collocarsi il parco, la capacità o meno dello stesso di raggiungere gli obiettivi prefissati dipende dall'incisività con i quali gli stessi vengono perseguiti dai soggetti preposti a questo ruolo.

In altre parole, deve essere l'insieme del personale dirigenziale che, disponendo di migliori conoscenze dell'ambiente e delle risorse a disposizione da parte del parco, può trovare le soluzioni più efficaci per la risoluzione di singoli problemi. Ebbene, il punto è che i manager, come normalmente avviene nelle organizzazioni complesse, possono avere obiettivi che non coincidono esattamente con quelli del parco e ciò spinge per la necessità di creare opportuni schemi di incentivi per gli stessi. Solo mediante l'uso di adeguati incentivi legati alle performance è possibile «forzare» il manager ad indirizzare le sue azioni ed i suoi comportamenti verso quelli più idonei a garantire successo al parco. In linea generale, un incentivo può concretizzarsi in uno schema remunerativo che comprenda una

componente fissa ed una variabile, con la seconda dipendente dal grado in cui il manager raggiunge un set di obiettivi prefissati. Questo modello, semplice nella sua formulazione, risulta adeguato quando gli obiettivi di un PST possono essere efficacemente descritti da un numero limitato di variabili esprimibili in termini monetari. In questo caso, il manager riceverà l'incentivo in funzione del grado in cui la sua gestione riuscirà a superare i livelli prefissati *ex ante*.

Al tempo stesso, quando il numero di variabili da prendere in considerazione è elevato o quando ci sono alcuni obiettivi che il parco vuole perseguire che non si possono esprimere in termini di variabili (per quanto complesse), allora una struttura di questo tipo non può più essere applicata. Risulta opportuno, allora, passare a nuovi schemi. Tra questi, si trova quello, ampiamente utilizzato nei mercati anglosassoni, di legare gli incentivi dei manager alle performance complessive del parco (al suo valore). Ciò giustificato dal fatto che il comportamento dei manager in fondo incide sull'efficienza di tutta l'organizzazione e non solo su alcune sue parti o alcuni suoi obiettivi. Esempi di questo schema sono quelli in cui il manager ottiene una remunerazione fissa più una componente variabile definita da un pacchetto azionario o da un certo ammontare di *stock options*. Inoltre, l'utilizzo di questo modello consente anche di risolvere un altro problema legato alla presenza di un livello organizzativo dirigenziale, dato dal fatto che i comportamenti dei manager potrebbero non garantire la sopravvivenza di lungo periodo del parco. In questo caso, il *bonus* può essere corrisposto in termini di compensi differiti, come opzioni di acquisto non esercitabili prima di una data futura. Purtroppo l'uso di incentivi azionari può essere efficacemente utilizzato solo se i parchi adottano una forma societaria di tipo azionario e se i mercati mobiliari diventano efficienti in misura tale che il valore delle azioni rispecchi il valore del parco. E queste condizioni non sono ancora pienamente rispettate in un mercato come quello italiano.

Passando alle altre condizioni su cui intervenire per garantire successo alle iniziative di parco scientifico, l'analisi del contesto italiano ha mostrato che molto spesso i PST pongono eccessiva enfasi sulle tematiche tecnologiche, ma non pongono altrettanta enfasi sulle condizioni di contorno che permettono alle prime di avere suc-

cesso e di mantenerlo in maniera stabile. Si sta facendo riferimento a due funzioni che i parchi (italiani) dovrebbero attivare e potenziare a vantaggio delle imprese con cui interagiscono. La prima riguarda gli aspetti finanziari. La possibilità di reperire risorse finanziarie aggiuntive e a basso costo per il finanziamento dell'attività innovativa rappresenta un fattore di vantaggio per le imprese. Molto spesso, però, in particolare quando si opera in contesti caratterizzati dalla presenza di sistemi di piccole imprese, queste non hanno la capacità informativa di capire quali opportunità vengono offerte da parte delle varie istituzioni di finanziamento, sia pubbliche che private. E successivamente possono non avere le risorse e le competenze per seguire tutto l'iter per espletare le richieste di finanziamento. Qui stanno due campi di interventi per i parchi, i quali possono coadiuvare le imprese nella determinazione delle migliori fonti finanziarie per rispondere alle esigenze innovative e possono supportarle successivamente nel promuovere la richiesta.

Le piccole imprese presentano anche un ulteriore svantaggio in merito alle questioni finanziarie, determinato dal basso grado di fiducia ad esse accordato da parte dei portatori di capitali. In questo senso, la loro partecipazione a iniziative di parco scientifico spesso comporta un miglioramento della credibilità finanziaria, in quanto il PST funge da garanzia, diretta o indiretta, per i creditori. Questo ruolo può essere attuato dal parco fino a partecipare attivamente alle iniziative innovative delle imprese, attraverso la predisposizione di progetti innovativi collettivi o attuando adeguate politiche di marketing d'area.

In effetti, la seconda funzione spesso trascurata dai parchi scientifici riguarda l'aspetto del marketing. Questo concetto calato nelle realtà dei PST assume connotati particolari, che solo in parte si completano con la promozione dell'area di riferimento e con la predisposizione delle migliori politiche operative tradizionali (*product, price, placement and promotion*). I parchi sono strutture che principalmente operano con la dimensione conoscitiva, attraverso lo scambio attivo di informazioni, raccogliendo informazioni dall'ambiente e fornendole allo stesso dopo averle elaborate. In questo quadro, anche il marketing deve assumere un connotato più relazionale, al fine di accrescere e potenziare gli scambi conoscitivi. In particolare, si possono individuare due campi d'azione. Il primo si riferisce

alla strutturazione e al potenziamento delle relazioni con l'esterno, ovvero con i vari soggetti che di volta in volta si relazionano con il PST (imprese, centri di ricerca, amministrazioni locali e altri portatori di interesse). Questi provengono da contesti tra loro diversi, hanno matrici culturali differenti, adottano diversi linguaggi. Il parco deve essere in grado allora non solo di comprendere le diverse culture, ma anche di integrarle per il perseguimento di obiettivi condivisi. A tal fine si sono individuate una serie di strutture operative che possono essere implementate dagli stessi parchi.

Il secondo campo d'azione si rivolge invece alle imprese che intrattengono relazioni col parco. La capacità di quest'ultimo di essere di supporto al loro sviluppo si lega direttamente alla possibilità che riescano ad esplicitare, prima, e a soddisfare, poi, i loro bisogni. Quando il parco scientifico viene pensato come strumento di crescita per contesti territoriali a minore sviluppo uno dei problemi principali è che le istituzioni presenti non sono in grado di per sé di esplicitare i loro bisogni di servizi e la domanda potenziale non può che rimanere latente. Compito del parco, allora, deve essere quello di intervenire in primo luogo per trasformare la domanda latente di servizi in domanda effettiva a cui successivamente dare risposta. E anche in questo caso, sono state proposte soluzioni organizzative che possono essere implementate dai parchi per affrontare queste tematiche.

Rimane un altro campo di intervento, di natura maggiormente culturale. Le esperienze estere hanno mostrato che lo sviluppo del territorio e la crescita economica dei sistemi imprenditoriali dipendono strettamente dalla loro capacità di acquisire risorse e competenze da altri contesti, in particolar modo internazionali. Quei parchi che hanno saputo aprirsi ai contesti internazionali sono stati in grado di attivare lo sviluppo territoriale con maggiore rapidità. Allo stesso tempo quando al reperimento di competenze dall'estero si è affiancata un'attenzione all'offerta di servizi locali e al potenziamento delle risorse presenti in loco che fossero complementari alle prime, la crescita generata con il primo intervento è diventata stabile e sostenibile. Il significato da assegnare al termine «internazionalizzazione» è ampio. Riguarda in primo luogo la capacità di attrarre capitali dall'estero, veicolati per mezzo delle imprese multinazionali, così come attuato dai parchi scientifici nell'esperienza irlandese.

Dai «contenitori» ai «contenuti»: i parchi scientifici e tecnologici in Italia

Che spesso si traduce nell'offerta di un pacchetto di opzioni vantaggiose per le imprese provenienti dai mercati esteri, per la cui realizzazione spesso i parchi devono agire in concerto con le amministrazioni locali e con quella centrale.

Il concetto di internazionalizzazione in realtà era già entrato in gioco in merito alla componente tecnologica quando si è analizzata la divisione internazionale del lavoro cognitivo e innovativo. In quest'ottica, i parchi devono acquisire la capacità di monitorare il mondo della ricerca, al fine di individuare rapidamente le fonti innovative che possono essere attivate per la risoluzione delle esigenze imprenditoriali locali. E per fare questo, hanno bisogno di acquisire una adeguata capacità di assorbimento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche ed una adeguata capacità di partecipare alle reti internazionali di circolazione delle informazioni tecniche.

Infine, un'ultima chiave di lettura per comprendere la dimensione internazionale: quella che si focalizza sul ruolo del capitale umano come primo motore di sviluppo e di crescita territoriale. Sono le persone in primo luogo che, con la loro cultura, con il loro bagaglio di conoscenze, con il loro agire, possono trasformare una realtà geografica in ritardo di sviluppo in una in grado di competere in un ambiente globalizzato. Per operare questo salto di qualità è però necessario che le persone acquistino la capacità di operare in un ambito di dimensioni internazionali. Ecco allora l'ultimo significato di apertura verso l'estero: quella secondo cui è il capitale umano (inizialmente quello che occupa ruoli chiave) che deve seguire la via dell'internazionalizzazione. Si sta facendo riferimento alle principali imprese del territorio, che operando all'estero possono innescare un processo di imitazione da parte delle altre (piccole) imprese del luogo; ma si pensa anche al personale tecnico, che potrebbe acquisire competenze ed esperienza lavorando per periodi limitati in imprese multinazionali; e ci si riferisce anche ai giovani che, attuando percorsi formativi all'estero, saranno in grado di diffondere e radicare la cultura dell'internazionalizzazione.

Queste sono in sintesi le raccomandazioni che si offrono a chi deve operare, in Italia, con lo strumento dei parchi scientifici: i dirigenti degli stessi, in primo luogo, ma anche gli amministratori pubblici (locali o centrali), che vogliono utilizzare le esperienze di PST per intervenire direttamente nelle realtà locali. I parchi possono rap-

Fabrizio Cesaroni e Alfonso Gambardella

presentare un'opportunità per molti contesti, ma la loro capacità di trasformare i vantaggi potenziali in vantaggi effettivi dipende strettamente dal modo in cui vengono gestiti e realizzati. E ciò dipende prima di tutto dalla volontà e dalle competenze delle persone che vi operano.

La partecipazione italiana ai Programmi Quadro della Commissione delle Comunità Europee*
Aldo Geuna e Myriam Mariani

Introduzione

I Programmi Quadro della Commissione delle Comunità Europee sono uno strumento per sviluppare e rafforzare i rapporti internazionali di cooperazione nella ricerca e sviluppo.

L'analisi dell'impatto economico e sociale dei Programmi Quadro nei paesi dell'Unione Europea è al centro di diversi lavori di ricerca¹ La frequente sovrapposizione delle politiche comunitarie e nazionali, e la necessità di separare gli effetti che esse producono, pongono però dei limiti alla valutazione dell'impatto dei Programmi Quadro nei vari paesi.

Il presente lavoro adotta un approccio diverso da quello della valutazione dell'impatto dei programmi comunitari e descrive la partecipazione italiana ai Programmi Quadro al fine di evidenziarne regolarità e fenomeni di concentrazione a livello istituzionale e geografico.

* Gli autori ringraziano Bart Verspagen e Maurice Oude Wansink per aver collaborato alla realizzazione della banca dati sui progetti di R&S dell'Unione Europea e Stefano Breschi per la concessione dei dati sui brevetti europei.

¹ Per un'introduzione all'analisi dell'impatto socioeconomico dei programmi della Commissione delle Comunità Europee si veda il numero speciale di *Research Evaluation* edito da Georghiou [1992]. Si vedano anche: Bach [1997] per la valutazione dei programmi Hpcn e Esprit; Commissione delle Comunità Europee [1996] per l'analisi dell'impatto economico dei programmi Brite, Euram e Brite-Euram; Georghiou *et al.* [1993] per il caso della Gran Bretagna; Larédo [1995] per quello francese; BGP Consulting Progetti [1993] per l'Italia. Ogni anno la DG XII della Commissione delle Comunità Europee realizza una serie di valutazioni dell'impatto dei vari programmi.

co. Verranno inizialmente analizzati i Programmi Quadro e le aree di ricerca nella loro totalità, poi un singolo programma di ricerca – Brite-Euram – e infine una sola tipologia istituzionale, le università. La prospettiva teorica sviluppata dalla Nuova economia della scienza e l'esistenza di fenomeni cumulativi nel processo di selezione forniranno gli strumenti teorici per l'interpretazione dei risultati.²

L'analisi a livello aggregato farà uso delle informazioni contenute in Cordis, la banca dati *on line* della Commissione Europea sui progetti di R&S comunitari realizzati da imprese, istituti di ricerca, università e altri organismi. Al 30 aprile 1997, la banca dati creata attraverso le informazioni di Cordis conteneva 7.747 progetti con partecipazione italiana. Durante i quattro Programmi Quadro l'Italia ha preso parte a 7.150 progetti per un totale di 10.567 presenze.³

La scelta di Brite-Euram, programma cardine nelle «tecnologie industriali e dei materiali», è stata dettata da diversi motivi. Innanzi tutto, Brite-Euram è il secondo più importante programma varato dall'Unione Europea, sia in termini di numero di partecipazioni che per l'entità dei finanziamenti erogati [Commissione delle Comunità Europee 1994a]. Inoltre, la struttura e la continuità dei due programmi Brite-Euram I e Brite-Euram II permettono di studiare in maniera dettagliata la partecipazione italiana per un periodo di tempo che va dal Secondo al Terzo Programma Quadro. Infine, nonostante Brite-Euram sia fortemente orientato alla ricerca applicata e sviluppo, è stata finanziata con successo anche la ricerca di base per successive applicazioni industriali. In questo senso il programma è caratterizzato da una marcata eterogeneità in termini di ricerca svolta ed istituzioni coinvolte. I contratti con partecipazione italiana sti-

² Ci riferiamo al «Matthew effect». Questo è il processo attraverso il quale i gruppi di ricerca che generano risultati di alta «qualità» ottengono finanziamenti aggiuntivi, aumentando ulteriormente la probabilità di produrre ricerca di alta «qualità», di vederne pubblicati i risultati, e, conseguentemente, di avere futuri finanziamenti. Per un'analisi economica del «Matthew effect» e delle sue implicazioni per l'allocatione delle risorse si vedano Arora e Gambardella [1997], Dasgupta e David [1987; 1994c], David [1994] e Geuna [1999]. Per la sua definizione originale nella sociologia della scienza si veda Merton [1968].

³ I restanti 597 contratti non verranno presi in considerazione perché 411 sono stati siglati prima del 1984 e 186 hanno informazioni incomplete. L'appendice 1 descrive la metodologia utilizzata per la raccolta e l'organizzazione dei dati.

pulati all'interno di Brite-Euram I e Brite-Euram II sono stati rispettivamente 107 e 119. Hanno partecipato 168 istituzioni italiane nel Secondo Programma Quadro e 202 nel Terzo Programma Quadro.

Infine si è scelto di studiare la partecipazione delle università italiane. Le istituzioni di educazione superiore sono il tipo di organizzazione con il più alto numero di partecipazioni nel Terzo e Quarto Programma Quadro. Uno dei vantaggi dello studio delle sole università è la possibilità di analizzare l'intera popolazione di potenziali partecipanti ai Programmi Quadro, evitando così i problemi legati alla selezione di un campione. L'obiettivo di questa terza parte sarà descrivere dinamicamente la partecipazione universitaria ai programmi comunitari e mettere in luce eventuali fenomeni cumulativi. Al 30 aprile 1997 le università contavano 3.574 partecipazioni delle 10.567 totali italiane ai quattro Programmi Quadro.

Il lavoro è organizzato come segue: nel capitolo 1, dopo aver descritto gli obiettivi e il funzionamento dei Programmi Quadro, si analizzerà la partecipazione da parte delle istituzioni dei paesi dell'Unione Europea. Il capitolo 2 studierà la partecipazione delle sole istituzioni italiane. Si passerà poi, nel capitolo 3, alla partecipazione italiana ai programmi Brite-Euram. Infine, il capitolo 4 analizzerà la partecipazione delle istituzioni di educazione superiore. Completeranno l'analisi, nel capitolo 5, interpretazioni, conclusioni e futuri sentieri di ricerca.

1. Analisi dei quattro Programmi Quadro della Commissione Europea

La Commissione Europea, il Consiglio dei ministri, il Parlamento Europeo e la Commissione degli Affari sociali ed economici hanno istituito il meccanismo dei Programmi Quadro come strumento per pianificare e realizzare azioni comuni di ricerca e sviluppo. Nel caso in cui le circostanze cambino e lo rendano necessario, i Programmi Quadro possono essere modificati e integrati seguendo la proposta della Commissione Europea e attraverso una decisione ufficiale del Consiglio dei ministri e del Parlamento Europeo [Commissione delle Comunità Europee 1994a; 1997].

Attraverso l'introduzione dei Programmi Quadro, la Commissione delle Comunità Europee ha riconosciuto alla ricerca scientifi-

ca e tecnologica il ruolo di risorsa fondamentale, capace di generare benefici rilevanti per la competitività industriale dei singoli paesi e dell'Unione Europea nel suo complesso. Il tema centrale è la valorizzazione e lo sfruttamento del potenziale scientifico e tecnologico dei paesi d'Europa. L'idea è quella di organizzare e coordinare all'interno di un quadro organico unitario gli sforzi individuali. Ciò deve avvenire attraverso una migliore circolazione delle informazioni tra i singoli, una maggiore trasparenza delle attività intraprese, la mobilità, la cooperazione e la creazione di sinergie nella R&S all'interno del mercato unico. I finanziamenti vengono erogati sotto forma di «borse» destinate a progetti di qualità scientifico-tecnologica elevata, senza criteri particolari di proporzionalità tra gli stati membri.

Ciascun Programma Quadro fissa priorità ed obiettivi di R&S. A questi devono far riferimento i programmi specifici che più dettagliatamente ed operativamente definiscono i progetti di ricerca transnazionali. Quella che segue è una breve descrizione dei Programmi Quadro e delle priorità stabilite da ciascuno di essi.

Il primo passo ufficiale della Commissione verso il coordinamento dei progetti di ricerca dei singoli Stati membri all'interno di una struttura unitaria è stato compiuto con il Primo Programma Quadro (1984-1987). L'obiettivo era quello di rafforzare e migliorare la competitività industriale e agricola dei paesi appartenenti al blocco europeo. Il Primo Programma Quadro finanziava le attività di R&S intraprese da imprese private, istituti di ricerca e università e stanziava risorse per la formazione di *networks* che oltrepassassero le barriere organizzative e nazionali. Le aree di intervento prioritarie erano sette: l'agricoltura, le risorse energetiche, l'industria, i materiali grezzi, gli aspetti sociali e in particolare il miglioramento delle condizioni di vita e di lavoro dei cittadini, la protezione dell'ambiente e il potenziamento delle risorse umane. Il Primo Programma Quadro prevedeva anche alcune azioni rivolte ai paesi in via di sviluppo. È significativo il fatto che, nonostante il tema «nuove tecnologie» pervadesse l'intero programma, in termini di risorse, invece, era secondo alla ricerca sulle fonti energetiche. Durante il Primo Programma Quadro, dunque, la priorità spettava ancora a problematiche «tradizionali» come le fonti energetiche rispetto ad altre più innovative come, ad esempio, le tecnologie dell'informazione.

Con il Secondo Programma Quadro (1987-1991) la Commissione ha compiuto un passaggio importante nella definizione di una «strategia tecnologica globale». Ne è nata una politica di R&S in armonia con quella economica, sociale e competitiva. L'Atto Unico Europeo ha fornito le linee guida su cui costruire questo Programma teso, in primo luogo, al rafforzamento della competitività internazionale dell'industria europea, soprattutto nei settori ad alta tecnologia.⁴ Il Secondo Programma Quadro si componeva di 32 programmi specifici raggruppati in 8 aree. Per la prima volta si è stabilito l'obiettivo del «sostegno allo sviluppo della società dell'informazione». L'importanza data in passato alla ricerca sulle fonti energetiche è diminuita, pur restando invariata quella sulle fonti nucleari. La cooperazione scientifica e tecnologica tra i paesi europei ha invece ricevuto maggiori attenzioni. Una caratteristica rilevante del Secondo Programma Quadro è stata l'allocazione del 60% dei fondi alla ricerca industriale. Gli obiettivi di questa decisione erano due: stimolare la nascita e la crescita di nuovi settori industriali e promuovere l'introduzione di nuove tecnologie nei settori tradizionali, spina dorsale del tessuto economico europeo.

Il rafforzamento della convergenza e della coesione tra gli Stati membri è stato il principio ispiratore del Terzo Programma Quadro (1990-1994) che si è sovrapposto per due anni a quello precedente. Al fine di focalizzare l'attività di ricerca su alcuni obiettivi importanti, la Commissione ha ridotto il numero delle aree di intervento fino ad un totale di tre aree strategiche e 15 sub-programmi. Le tecnologie dell'ambiente, le biotecnologie e la mobilità dei ricercatori hanno acquisito un peso maggiore. La promozione della competitività industriale è rimasto un obiettivo tanto intensamente perseguito quanto in precedenza. Quello della ricerca energetica ha ricevuto minori attenzioni.

Il Quarto Programma Quadro (1994-1998), seppure strutturato seguendo le stesse linee guida di quello precedente, ha enfatizzato maggiormente la necessità di far convergere le politiche nazionali con quelle dell'Unione Europea. Concepito nello spirito del Trattato di Maastricht, ha fissato le priorità in materia di R&S con l'obietti-

⁴ Le «tecnologie dell'informazione e della comunicazione» e le «tecnologie industriali e dei materiali avanzati» sono esempi di programmi per il potenziamento dei settori ad alta tecnologia.

vo di: migliorare la qualità della vita dei cittadini d'Europa e delle basi scientifiche e tecnologiche su cui si fonda l'industria europea; coordinare e razionalizzare maggiormente le attività di R&S; focalizzare l'attenzione su un numero più limitato di problemi da affrontare all'interno di ciascuna area di ricerca; enfatizzare l'importanza delle «tecnologie generiche» con impatto multisettoriale. Il Quarto Programma Quadro, inoltre, ha introdotto alcune novità come il rilancio della cooperazione internazionale con un numero di paesi e di organizzazioni più ampio, l'inclusione di alcune attività che precedentemente erano considerate fuori dallo scopo dei Programmi Quadro (Sprint, Thermie, ecc.), l'inserimento di nuove aree di ricerca sui trasporti e su problemi socioeconomici e, infine, la promozione di una politica per stimolare e diffondere i risultati della ricerca nelle piccole e medie imprese. Tre «programmi orizzontali» in tema di *training* e mobilità dei ricercatori, collaborazione internazionale e diffusione dei risultati attraversavano i tredici «programmi verticali» in specifici campi scientifici e tecnologici.

Infine, il 9 Aprile del 1997 la Commissione Europea ha presentato la proposta per il Quinto Programma Quadro con decorrenza 1998-2002. Con il nuovo Programma Quadro la Commissione ha tentato un approccio innovativo all'organizzazione della ricerca comunitaria. Si è passati da un sistema basato su «tecnologie chiave» ad uno *problem solving* con una impostazione multisettoriale e multidisciplinare. Le risorse sono state concentrate su obiettivi selezionati di grande impatto economico, sociale, tecnologico e competitivo di breve, medio e lungo termine. Tre «programmi orizzontali» e tre «programmi tematici» hanno definito la struttura del Quinto Programma Quadro. I programmi orizzontali hanno confermato il ruolo internazionale della ricerca comunitaria e del «capitale umano» e hanno posto le basi per stimolare e facilitare l'accesso da parte delle piccole e medie imprese alla R&S e ai risultati da essa prodotti. I programmi tematici hanno riguardato l'ecosistema e le scienze della vita, la creazione di una società informatica a misura d'uomo e la promozione di una crescita «competitiva e sostenibile».⁵

⁵ I «programmi tematici» sono suddivisi in 16 azioni chiave: 13 per lo sviluppo delle tecnologie generiche e la ricerca di base e 3 per il potenziamento delle infrastrutture per la ricerca.

Tabella 1. *I Programmi Quadro.*

| Programmi | Durata | Finanziamenti EC |
|--------------------------|-----------|------------------|
| Primo Programma Quadro | 1984-1987 | 3.750 MECUs |
| Secondo Programma Quadro | 1987-1991 | 5.396 MECUs |
| Terzo Programma Quadro | 1990-1994 | 6.600 MECUs |
| Quarto Programma Quadro | 1994-1998 | 13.200 MECUs* |
| Quinto Programma Quadro | 1998-2002 | 14.960 MECUs |

Fonte: Commissione delle Comunità Europee [1994a] e www.cordis.lu.

* Il budget iniziale era di 12.300 MECUs, poi integrato fino a 13.200 MECUs a seguito dell'ampliamento dell'Unione Europea.

Nel corso dei Programmi Quadro gli strumenti finanziari per realizzare le politiche di R&S sono aumentati (tabella 1).

Rispetto al Primo Programma Quadro, il budget in valore nominale è più che triplicato nel Quarto Programma e quasi quadruplicato nel Quinto. In termini reali, per la prima volta nel corso dei Programmi, il budget del Quinto Programma Quadro è leggermente diminuito rispetto al precedente. Il 16 novembre 1998, dopo un serrato dibattito tra la Commissione e il Parlamento Europeo da un lato, e il Consiglio dei ministri dall'altro, sono stati stanziati 14.960 MECUs rispetto ad una richiesta iniziale di 16.300 MECUs da parte della Commissione Europea (aprile 1997). Nel confrontare i budget stanziati nei Programmi Quadro si deve tenere conto che a cominciare dal Quarto Programma Quadro sono state finanziate azioni precedentemente incluse in voci diverse del budget dell'Unione Europea. Ne sono un esempio molte azioni di cooperazione internazionale nella R&S e le attività finalizzate all'innovazione e al trasferimento tecnologico.

Il numero dei progetti finanziati è sensibilmente aumentato dal Secondo al Terzo Programma Quadro (tabella 2).

Le partecipazioni sono aumentate più dei progetti finanziati determinando così un incremento nel numero medio di partecipazioni per progetto. Il finanziamento medio per partecipante è invece diminuito perché l'ampliamento dei *networks* di ricerca non è stato compensato da un proporzionale aumento del budget stanziato dall'Unione Europea. Infine, il numero sempre maggiore e l'eteroge-

neità delle nazioni coinvolte nei progetti hanno portato all'aumento del grado di internazionalizzazione dei nuovi *networks* di ricerca.⁶

Tabella 2. *Caratteristiche generali del Secondo, Terzo e Quarto Programma Quadro.*

| Indicatori | 2° PQ | 3° PQ | 4° PQ* |
|--|--------|--------|--------|
| Numero di progetti finanziati | 2.779 | 3.292 | 2.949 |
| Numero totale di partecipazioni | 13.064 | 18.360 | 20.674 |
| Numero medio di partecipazioni per progetto | 4,7 | 5,6 | 7,0 |
| Numero medio di nazioni diverse per progetto | 3 | 3,5 | 4,2 |
| Finanz. medio per partecipante (migliaia di ECU) | 256 | 218 | 165 |

Fonte: Commissione delle Comunità Europee [1994a; 1997].

* I dati si riferiscono al periodo 1° gennaio 1994 - 31 dicembre 1996.

Negli ultimi dieci anni gli obiettivi della politica di R&S comunitari sono stati progressivamente meglio definiti e a quelli già in agenda se ne sono affiancati altri. I cambiamenti nelle priorità di R&S stabiliti dalla Commissione hanno avuto riflessi evidenti sulla allocazione delle risorse tra le varie aree di ricerca (tabella 3).

Tabella 3. *Cambiamenti nelle priorità di R&S tra Programmi Quadro.*

| Gruppi omogenei di programmi | 1982 | 1° PQ | 2° PQ | 3° PQ | 4° PQ |
|--|------|-------|-------|-------|--------|
| Tecnologie dell'informazione e comunicazione | 10 | 25 | 42 | 38 | 28 |
| Tecnologie industriali e dei materiali | 9 | 11 | 16 | 15 | 16 |
| Ambiente | 9 | 7 | 6 | 9 | 9 |
| Tecnologie e scienze della vita | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| Energia | 66 | 50 | 22 | 16 | 18 |
| Trasporti | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Ricerca socio – economica | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Cooperazione internazionale | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 |
| Diffusione e sfruttamento risultati | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| Capitale umano e mobilità | 3 | 2 | 4 | 9 | 6 |
| Totale in MECU | 500 | 3.750 | 5.369 | 6.600 | 13.200 |

Fonte: Commissione delle Comunità Europee [1997].

⁶ Gli indicatori a livello aggregato rappresentano valori medi che possono differire

Da un'analisi per gruppi omogenei di attività emerge che la ricerca sulle fonti energetiche che inizialmente assorbiva il 66% del budget totale, è passata al 16% nel Terzo Programma Quadro e al 18% nel Quarto.⁷ Nel campo delle «tecnologie dell'informazione e della comunicazione», dopo un sensibile incremento dei fondi negli anni '80, si è registrata una diminuzione nel Terzo e Quarto Programma Quadro. Dal 42% si è passati al 38% e 28% rispettivamente. Nonostante ciò, le «tecnologie dell'informazione» sono rimaste, in termini assoluti, una delle priorità della Commissione Europea. Le «tecnologie industriali e dei materiali» e le «scienze della vita» sono salite nella scala delle priorità nella R&S (dal 9% al 16% nel primo caso e dal 3% al 13% nel secondo). L'ambiente ha invece ricevuto un'attenzione relativamente stabile nel corso dei Programmi Quadro anche se, in realtà, ritenendo la Commissione quella ambientale una priorità fondamentale, ha fatto in modo che comparisse in tutti i progetti di ricerca, anche all'interno di programmi non specificamente incentrati sull'ambiente. La maggior parte dei progetti sull'energia o sulle tecnologie industriali, infatti, incoraggiano lo sviluppo di tecnologie pulite nel rispetto dell'ambiente. Infine, come già accennato, nuove aree di ricerca precedentemente finanziate con voci di bilancio estranee al meccanismo dei Programmi Quadro, sono entrate nella scala delle priorità comunitarie attraverso il Quarto Programma Quadro: i trasporti e la ricerca socioeconomica. La Commissione ha anche rafforzato le attività di cooperazione internazionale e di diffusione dei risultati della ricerca.

Il meccanismo di partecipazione ai Programmi Quadro prevede la classificazione delle istituzioni in una delle seguenti cinque categorie: grandi imprese (BIG), piccole e medie imprese (SMEs), centri di ricerca pubblici o privati (REC), istituti di educazione superiore (HEIs) e organizzazioni non classificabili in nessuna delle prece-

da quelli calcolati per i singoli programmi di ricerca. Nel Terzo Programma Quadro, ad esempio, il numero medio di partecipanti variava da un minimo di 2,4 nel programma «Scienze della vita» ad un massimo di 13,8 nel programma «Aeronautica» [Commissione delle Comunità Europee 1997].

⁷ L'aumento del budget per le fonti energetiche nel Quarto Programma Quadro è dovuto principalmente all'intensificazione della ricerca nel campo del nucleare e all'inclusione di attività precedentemente non incluse nei Programmi Quadro.

denti classi (Altri).⁸ La tabella 4 descrive la distribuzione in termini di partecipazioni e di accesso ai finanziamenti da parte delle istituzioni che hanno preso parte al Secondo, Terzo e Quarto Programma Quadro.

Tabella 4. *Distribuzione dei partecipanti e dei fondi per tipo di organizzazione (%)*.

| | 2° PQ Part. | 3° PQ Part. | 4° PQ Part.* | 2° PQ Fin. | 3° PQ Fin. | 4° PQ Fin.* |
|-------|-------------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|
| BIG | 21,9 | 21,3 | 19,3 | 41,1 | 34,2 | 26,8 |
| SMEs | 18,1 | 14,5 | 17,3 | 18,7 | 16,4 | 16,1 |
| REC | 29,5 | 29,8 | 25,1 | 20,8 | 23,5 | 23,9 |
| HEIs | 29,2 | 31,5 | 29,3 | 18,9 | 22,5 | 27,4 |
| Altri | 1,2 | 2,9 | 9,1 | 0,6 | 3,4 | 5,9 |

Fonte: Elaborazione dati della Commissione delle Comunità Europee [1994a, 1997].

* I dati si riferiscono al periodo 1° gennaio 1994 - 31 dicembre 1996.

Dalla tabella 4 emerge chiaramente che tra il Secondo e Quarto Programma Quadro le partecipazioni delle grandi imprese e i finanziamenti cui esse hanno avuto accesso sono drasticamente diminuiti. Parte di quanto perso dalle grandi imprese è andato ai centri di ricerca pubblici e privati e, soprattutto, agli istituti di educazione superiore e ad altre istituzioni. Le università, che rappresentano la quasi totalità degli HEIs, sono state le istituzioni con il maggior numero di presenze sia nel Terzo che nel Quarto Programma Quadro. All'interno di quest'ultimo hanno ricevuto la quota più elevata di finanziamenti.

In termini di collaborazioni tra istituzioni emergono tre grandi gruppi. Il primo è il «gruppo industriale» che comprende le relazioni tra BIG-BIG, SME-SME e BIG-SME con il 30% e il 19%

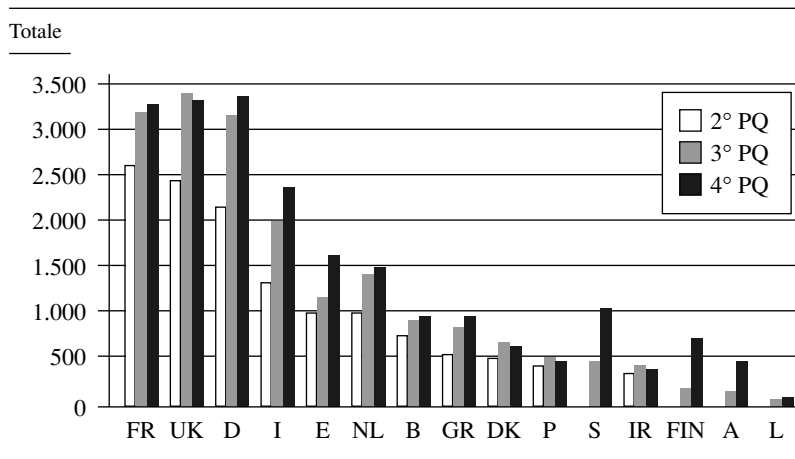
⁸ All'istituzione che partecipa ad un progetto viene richiesto di classificarsi all'interno di una delle categorie previste dalla Comunità. La classe HEIs include università e altri istituti di educazione superiore. Il 77% degli HEIs che hanno preso parte ai primi tre Programmi Quadro sono università. Recentemente la categoria «organizzazioni internazionali» è stata scorporata dalla categoria «Altri» (ospedali, biblioteche, musei, agenzie per lo sviluppo regionale, ecc.) dando origine ad una classificazione a sei classi.

dei legami rispettivamente nel Secondo e Terzo Programma Quadro. Poi c'è il «gruppo della ricerca», cioè i legami tra HEI-HEI, REC-REC e HEI-REC che rappresenta il gruppo più consistente e in forte crescita con il 39% e 50% dei rapporti di collaborazione. Infine c'è il «gruppo ibrido» cui appartengono le «collaborazioni miste», quelle cioè tra le istituzioni classificate nei due gruppi precedenti, rispettivamente con il 30% e il 27% dei legami collaborativi nel Secondo e Terzo Programma Quadro [David, Geuna e Steinmueller 1995].

Infine, l'analisi della provenienza geografica dei contraenti indica che Francia, Gran Bretagna e Germania sono i paesi con il maggior numero di presenze (si veda la figura 1).

Ad essi appartengono circa il 50% delle partecipazioni. Nel Secondo, Terzo e Quarto Programma Quadro il 10% delle partecipazioni era attribuibile ad istituzioni italiane. Insieme alla Spagna, l'Italia è l'unica nazione che, seppure di poco, dopo l'allargamento dell'Unione Europea ha incrementato la propria quota di presenze nei progetti di R&S.

Figura 1. Numero totale di partecipazione per Stati membri.



Fonte: Elaborazione dati della Commissione delle Comunità Europee [1994a; 1997].
I dati del Quarto Programma Quadro si riferiscono al periodo 1° gennaio 1994 - 31 dicembre 1996.

Questa breve introduzione all'evoluzione dei Programmi Quadro evidenzia il ruolo sempre più importante della politica comunitaria per la ricerca e lo sviluppo tecnologico. I Programmi Quadro, infatti, hanno interessato un ampio numero di settori industriali ed un crescente numero di istituzioni pubbliche e private. Partendo da queste premesse è evidente che un'analisi del processo e della capacità innovativa italiana non può essere sviluppata se non considerando anche la partecipazione delle istituzioni italiane ai programmi comunitari.

2. La partecipazione italiana ai quattro Programmi Quadro

L'Italia ha partecipato a 7.150 progetti di ricerca comunitari durante i quattro Programmi Quadro e, seppure in misura minore, a progetti finanziati ancor prima dell'istituzione dei programmi stessi. Questa sezione descriverà brevemente la partecipazione italiana ai 7.150 progetti (10.567 partecipazioni italiane) finanziati dal 1984 all'aprile del 1997. Successivamente, al fine di eliminare distorsioni a favore della partecipazione degli istituti universitari, verranno esclusi dalla banca dati alcuni programmi di ricerca che, a causa delle loro caratteristiche particolari, vedono la partecipazione quasi esclusiva delle università.⁹ In questa seconda fase il numero di progetti studiati sarà 5.053 per un totale di 7.734 partecipazioni italiane.¹⁰

Il numero dei progetti con partecipazione italiana è progressivamente aumentato dal Primo al Terzo Programma Quadro, rispettivamente raddoppiando e triplicando in termini assoluti. Il numero di partecipazioni ha subito la medesima evoluzione passando da 1.198 a 4.291 presenze. Il numero medio di partecipazioni italiane per progetto è quindi rimasto costante. L'Italia ha ricoperto il ruolo di contraente principale in 2.718 progetti (38% dei contratti con partecipazione italiana).

⁹ I programmi in questione sono «Cooperazione scientifica e tecnologica», «Cooperazione con paesi terzi», «Educazione e training».

¹⁰ A volte, come nel caso della partecipazione universitaria, esiste una leggera discordanza fra gli indicatori calcolati sulla base di Cordis e quelli prodotti dalla Commissione Europea, a seconda dei programmi inclusi nelle statistiche.

La partecipazione italiana ai Programmi Quadro

Delle 10.567 partecipazioni italiane, 3.574 (34%) appartengono ad istituti di educazione superiore e quasi il doppio (6.993, cioè il 66% del totale) ad organizzazioni non universitarie. L'aumento delle partecipazioni italiane ai Programmi Quadro è avvenuto senza modificare sostanzialmente la proporzione tra le partecipazioni universitarie e quelle di altre istituzioni. Le università hanno avuto in media 0,34 partecipazioni per progetto rispetto all'1,19 delle altre organizzazioni.¹¹

Il caso italiano può essere confrontato con gli indicatori europei per il Secondo e Terzo Programma Quadro (si vedano la tabella 2 e la figura 1). Sia le partecipazioni italiane che quelle totali europee sono cresciute ma, in termini relativi, le presenze italiane sono aumentate più di quelle europee. L'Italia ha partecipato più che proporzionalmente al processo di ampliamento delle aree di ricerca e dei progetti finanziati dalla Commissione.

Tabella 5. *Distribuzione dei partecipanti e dei fondi per tipo di organizzazione (%)*.

| | 2° PQ Part. | 3° PQ Part. | 4° PQ Part.* | 2° PQ Fin. | 3° PQ Fin. | 4° PQ Fin.* |
|-------|-------------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|
| BIG | 22,1 | 26,8 | 21,8 | 45,4 | 40,4 | 30,7 |
| SMEs | 24,9 | 18,8 | 18,0 | 23,1 | 22,7 | 19,7 |
| REC | 25,9 | 27,1 | 22,1 | 18,1 | 20,0 | 20,8 |
| HEIs | 26,0 | 25,3 | 24,4 | 13,0 | 15,7 | 18,6 |
| Altri | 1,1 | 2,0 | 13,8 | 0,4 | 1,2 | 10,1 |

Fonte: Elaborazione dati della Commissione delle Comunità Europee [1994a; 1997]

* I dati si riferiscono al periodo 1° gennaio 1994 - 31 dicembre 1996.

La tabella 5 analizza la partecipazione dei contraenti italiani al Secondo, Terzo e Quarto Programma Quadro. Grandi e piccole-medie imprese italiane hanno ottenuto partecipazioni e finanziamenti elevati e maggiori della media europea (si veda la tabella 4). Al contrario, gli istituti di educazione superiore, ed in misura minore i centri di ricerca, hanno ricoperto un ruolo molto meno importante di

¹¹ Per organizzazioni non universitarie si intendono: grandi imprese (BIG), piccole e medie imprese (SMEs), centri di ricerca pubblici o privati (REC) e altre organizzazioni pubbliche e private (Altri).

quello osservato a livello aggregato europeo. Infine, in termini dinamici, anche per l'Italia è diminuito il finanziamento all'industria mentre è aumentato quello all'università e ai centri di ricerca.

2.1. Aree di ricerca scientifico-tecnologiche

Esistono aree scientifico-tecnologiche in cui la partecipazione italiana è particolarmente elevata? Per rispondere a questa domanda abbiamo riclassificato i programmi comunitari per settori omogenei di ricerca (appendice 2). La tabella 6 mostra una forte concentrazione delle partecipazioni italiane nei programmi sulle «tecnologie dell'informazione» (29,5%), «tecnologie industriali e dei nuovi materiali» (20,5%), «ambiente e meteorologia» (16,4%), «fonti di energia non nucleare» (11,2%) e, seppure in misura minore, nelle aree «agricoltura» e «ricerca agro-industriale» (7,7%). In queste stesse aree, e in particolare nella «ricerca agro-industriale», le partecipazioni italiane sono anche aumentate significativamente dal Primo al Quarto Programma Quadro. Fa eccezione il caso delle fonti energetiche in cui c'è stata una forte diminuzione delle partecipazioni nel Secondo Programma Quadro, seguito da una ripresa nel Terzo.

Tabella 6. *Partecipazioni italiane per programmi di ricerca.*

| Programmi di ricerca* | 1° PQ | 2° PQ | 3° PQ | 4° PQ ^a | Totale |
|------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------|--------|
| Tecnologie dell'informazione | 167 | 500 | 820 | 795 | 2.282 |
| Tecnologie ind. e dei materiali | 219 | 302 | 640 | 429 | 1590 |
| Materiali grezzi e riciclaggio | 56 | 1 | 48 | 0 | 105 |
| <i>Measurement and testing</i> | 0 | 8 | 0 | 82 | 90 |
| Tecnologie dei trasporti | 0 | 30 | 66 | 66 | 162 |
| Ricerca agro-industriale | 35 | 138 | 320 | 102 | 595 |
| Biotecnologie | 76 | 0 | 112 | 108 | 296 |
| Meteorologia ed ambiente | 67 | 415 | 476 | 309 | 1267 |
| Medicina e salute | 0 | 27 | 89 | 109 | 225 |
| Energia nucleare | 51 | 9 | 98 | 97 | 255 |
| Energia non nucleare e alternativa | 285 | 108 | 292 | 182 | 867 |
| Totale | 956 | 1.538 | 2.961 | 2.279 | 7.734 |

Fonte: Elaborazione dati Cordis [1997].

* I programmi «Cooperazione scientifica e tecnologica», «Cooperazione con paesi terzi», «Educazione e training» sono stati esclusi dalle elaborazioni.

^a I dati relativi al Quarto Programma Quadro sono aggiornati al 30 aprile 1997.

La partecipazione italiana nelle diverse aree di ricerca può essere confrontata con le priorità decise dalla Commissione Europea (si veda la tabella 3).¹² Le «tecnologie dell'informazione e della comunicazione» e le «tecnologie industriali e dei materiali» sono state le principali aree di intervento della Commissione. In queste stesse aree anche la partecipazione italiana è stata elevata. Diverso è il caso delle «tecnologie industriali e dei materiali» in cui la quota di partecipazioni italiane è stata sempre superiore all'importanza attribuita a tale settore dall'Unione Europea.¹³ Nelle restanti aree di ricerca, invece, la Commissione ha investito di più rispetto alla quota di partecipazioni italiane nei primi tre Programmi Quadro. In generale, la numerosità delle partecipazioni italiane nelle diverse aree di ricerca è dipesa sia dall'orientamento della Commissione Europea in termini di potenziamento di certi sentieri di ricerca, che dal processo di focalizzazione tipico del sistema scientifico e tecnologico italiano.

Questa «specializzazione per aree di ricerca» è stata accompagnata da un processo di «specializzazione istituzionale». Le università e le istituzioni non universitarie hanno partecipato con intensità diversa ai vari programmi di R&S. Nelle aree riguardanti le «tecnologie dell'informazione», le «tecnologie industriali e dei materiali» e le «fonti energetiche», le partecipazioni non universitarie hanno rappresentato rispettivamente il 79%, l'84% e il 79% nel Secondo Programma Quadro; e il 79%, il 91% e l'89% nel Terzo Programma Quadro. Quindi, non solo gli organismi non universitari hanno ottenuto la quasi totalità delle partecipazioni, ma la loro presenza è aumentata dal Secondo al Terzo Programma Quadro. Nei programmi

¹² La Commissione Europea non fornisce la classificazione dei programmi appartenenti alle aree di ricerca presentate nella tabella 3. Questo fatto ha influito sulla possibilità di riprodurre esattamente la classificazione della Commissione Europea per il caso italiano. Inoltre, la tabella 3 è stata costruita in base all'investimento finanziario deciso dalla Commissione Europea mentre la tabella 6 è stata creata in base al numero delle partecipazioni italiane ai Programmi Quadro. Nonostante ciò, è possibile confrontare i programmi in cui l'Italia ha partecipato in misura maggiore con quelli in cui la Commissione ha investito di più.

¹³ La classe «tecnologie industriali e dei materiali» nella tabella 3 è comparabile all'insieme delle classi «tecnologie industriali e dei materiali», «materiali grezzi e riciclaggio» e «*measurement and testing*» nella tabella 6.

di ricerca orientati all'agricoltura, «biotecnologie» e «meteorologia ed ambiente», le università hanno avuto una quota di partecipazioni più alta che nelle altre aree (fra il 30% e il 40% circa) e crescente dal Secondo al Terzo Programma Quadro. Il caso della ricerca medica è particolare: mentre nel Secondo Programma Quadro la partecipazione universitaria era simile a quella delle istituzioni non universitarie, nel Terzo Programma Quadro la presenza universitaria si è ridotta in misura considerevole.

In sintesi, l'analisi della partecipazione italiana alle diverse aree di ricerca indica l'esistenza di fenomeni di concentrazione settoriale che si sono rafforzati nel corso dei Programmi Quadro. L'Italia ha avuto più partecipazioni nelle aree da sempre considerate punti di forza del sistema di innovazione italiano (cioè «tecnologie industriali e dei materiali»). In questi casi la presenza italiana è anche cresciuta nel corso dei Programmi Quadro. Alla concentrazione settoriale si sono aggiunti fenomeni di specializzazione istituzionale: alcune aree di ricerca sono state caratterizzate dalla marcata presenza delle università, altre dalla partecipazione quasi esclusiva di organizzazioni estranee al mondo accademico.

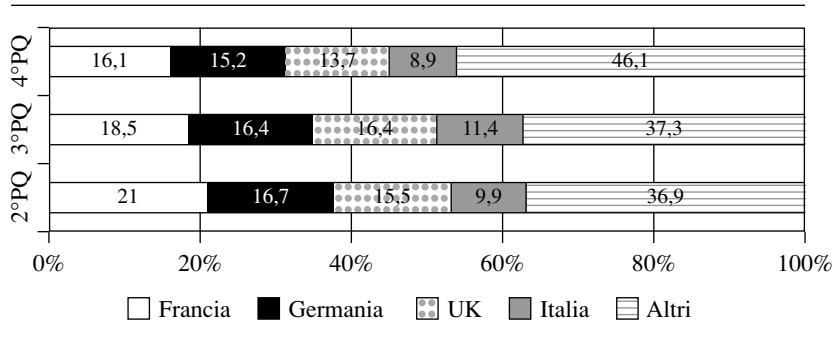
2.2. I legami internazionali

Uno degli obiettivi della Commissione delle Comunità Europee è la promozione di *networks* di ricerca internazionali. La figura 2 analizza la distribuzione dei legami cooperativi tra l'Italia e gli altri contraenti europei nel Secondo, Terzo e Quarto Programma Quadro. La Francia è la nazione con cui l'Italia ha avuto più legami cooperativi nei tre Programmi Quadro (rispettivamente il 21%, il 18,5% ed il 16,1%). Seguono i legami con la Germania e la Gran Bretagna. In generale, il fatto che Francia, Gran Bretagna e Germania abbiano partecipato ai programmi di R&S per quote maggiori rispetto agli altri paesi europei ha sicuramente influenzato la probabilità da parte italiana di entrare in *networks* di ricerca che coinvolgevano partner provenienti dai tre paesi in questione (si veda la figura 1).¹⁴

¹⁴ Nel Secondo Programma Quadro la Francia aveva il 19,5% delle partecipazioni, la Gran Bretagna il 18,5% e la Germania il 16,3%. Nel Terzo Programma Quadro

Passando dal Secondo al Quarto Programma Quadro l'importanza dei legami di R&S con Francia, Germania e Gran Bretagna è però diminuita. Mentre nel Secondo Programma Quadro circa il 53% dei legami coinvolgeva istituzioni provenienti dalla triade in questione, nel Quarto Programma Quadro tale percentuale è scesa al 45%.

Figura 2. Legami collaborativi tra le quattro più importanti nazioni



Fonte: Elaborazione dati della Commissione delle Comunità Europee [1994a; 1997].

I dati relativi al Quarto Programma Quadro si riferiscono al periodo 1° gennaio 1994 - 31 dicembre 1996. Sono stati esclusi dalle elaborazioni di questa sezione e di quelle che seguono i programmi «Cooperazione scientifica e tecnologica», «Cooperazione con paesi terzi», «Educazione e training».

La tabella 7 descrive la provenienza dei contraenti principali quando nel resto del *network* hanno partecipato partner italiani.¹⁵ Il 53,9% dei primi contraenti con cui l'Italia ha stabilito legami di ricerca proveniva da Francia, Gran Bretagna e Germania. La Francia e la Gran Bretagna hanno anche avuto una forte incidenza come contraenti principali. L'analisi dei soli contraenti principali ha inoltre evidenziato una forte propensione da parte italiana ad interesse *network* esclusivamente italiani quando i progetti venivano diretti da

le partecipazioni sono diventate rispettivamente 17,2%, 18,3% e 17,1%, e nel Quarto Programma Quadro rispettivamente 15,6%, 15,7% e 15,9%.

¹⁵ Dei 5.053 progetti cui l'Italia ha partecipato, 3.124 sono stati siglati da contraenti stranieri e 1.929 da contraenti italiani. Di questi 1.929 progetti, 1.199 non hanno visto altri partner italiani nel *network*.

istituzioni italiane. Nel caso di progetti con contraenti principali italiani, infatti, il 19% dei contratti (rispetto al 10% della figura 2) ha coinvolto solamente partner italiani e nessun contraente straniero.

Tabella 7. *Provenienza dei contraenti principali.*

| Nazionalità | Numero | Percentuale |
|---------------|--------|-------------|
| Francia | 793 | 20,6 |
| Italia | 730 | 18,9 |
| Gran Bretagna | 710 | 18,4 |
| Germania | 576 | 14,9 |
| Altri | 1.045 | 27,2 |
| Totale | 3.854 | 100 |

Fonte: Elaborazione dati Cordis [1997].

Università e organismi non universitari hanno mostrato una simile propensione ad intessere *networks* internazionali. Sia gli istituti di educazione superiore che le altre organizzazioni sono stati gli unici contraenti italiani in quasi due terzi dei progetti con primo contraente italiano (rispettivamente 59,2% e 62,5% dei contratti). Gli altri partecipanti erano stranieri. Essi invece hanno instaurato legami con altri partner italiani rispettivamente nel 40,8% e nel 37,5% dei progetti. Inoltre, sebbene si siano instaurati numerosi legami tra mondo universitario e non, i *networks* in cui le università hanno rivestito il ruolo di contraente principale hanno mostrato una probabilità più elevata di essere di natura prevalentemente accademica e con forte presenza di università italiane.

2.3. *Localizzazione geografica e competenze tecnologiche regionali*

La provenienza geografica dei contraenti principali italiani è altamente concentrata. La tabella 8 ne descrive la provenienza.¹⁶

Quasi l'80% dei contraenti principali italiani proviene da sole sei regioni del Centro-Nord. Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Piemonte e Toscana hanno avuto 1.509 partecipazioni, metà

¹⁶ L'appendice 1 illustra le ragioni dell'analisi dei soli contraenti principali.

La partecipazione italiana ai Programmi Quadro

delle quali (48,9%) sono andate alle sole Lazio e Lombardia. Queste sei regioni hanno ospitato il numero più alto sia di università (70,6%) che di organismi non universitari (79%). Lazio e Lombardia sono state le regioni con le quote più elevate di istituti non universitari nel ruolo di primo contraente (28,5% e 22,5%). Nel caso delle università, la Lombardia è stata affiancata dalla Toscana (rispettivamente 18,9% e 19,3% dei primi contraenti universitari).

Per identificare i fattori responsabili della concentrazione geografica dei contraenti italiani abbiamo utilizzato quattro indicatori regionali (tabella 9).

Tabella 8. *Provenienza dei contraenti principali italiani.*

| Regioni | HEIs | Altre Istituzioni | Totale |
|-------------------|------------|-------------------|--------------|
| Lazio | 32 (14%) | 485 (28,5%) | 517 (26,8%) |
| Lombardia | 43 (18,9%) | 383 (22,5%) | 426 (22,1%) |
| Toscana | 44 (19,3%) | 133 (7,8%) | 177 (9,2%) |
| Piemonte | 5 (2,2%) | 159 (9,3%) | 164 (8,5%) |
| Emilia Romagna | 25 (10,1%) | 102 (6,0%) | 127 (6,6%) |
| Liguria | 14 (6,1%) | 84 (4,9%) | 98 (5,1%) |
| Veneto | 8 (3,5%) | 66 (3,9%) | 74 (3,8%) |
| Puglia | 8 (3,5%) | 54 (3,2%) | 62 (3,2%) |
| Umbria | 4 (1,7%) | 54 (3,2%) | 58 (3,0%) |
| Campania | 13 (5,7%) | 35 (2,1%) | 48 (2,5%) |
| Sicilia | 4 (1,7%) | 26 (1,5%) | 30 (1,6%) |
| Abruzzo | 4 (1,7%) | 21 (1,2%) | 25 (1,3%) |
| Friuli V. Giulia | 1 (0,4%) | 23 (1,4%) | 24 (1,2%) |
| Sardegna | 6 (2,6%) | 17 (1,0%) | 23 (1,2%) |
| Trentino A. Adige | 4 (1,7%) | 11 (0,6%) | 15 (0,8%) |
| Marche | 6 (2,6%) | 7 (0,4%) | 13 (0,7%) |
| Calabria | 2 (0,9%) | 4 (0,2%) | 6 (0,3%) |
| Basilicata | 3 (1,3%) | 3 (0,17%) | 6 (0,3%) |
| Molise | 2 (0,9%) | 2 (0,12%) | 4 (0,2%) |
| Valle d' Aosta | 0 | 3 (0,17%) | 3 (0,15%) |
| Non disponibile | | 29 (1,5%) | |
| Totale | 228 (100%) | 1.701 (100%) | 1.929 (100%) |

Fonte: Elaborazione dati Cordis [1997].

Tabella 9. *Indicatori regionali.*

| Regioni | Percentuale brevetti | Personale | Valore aggiunto | Occupati |
|-------------------|----------------------|-----------|-----------------|----------|
| Lombardia | 3,739 | 9.577 | 102.646,8 | 1.599,9 |
| Piemonte | 1,366 | 3.542 | 47.025,8 | 722,4 |
| Emilia Romagna | 0,932 | 6.556 | 38.380,2 | 628,8 |
| Veneto | 0,702 | 3.724 | 43.125,2 | 788,4 |
| Friuli V. Giulia | 0,493 | 1.696 | 9.026,5 | 155 |
| Lazio | 0,445 | 22.118 | 26.663,9 | 395,2 |
| Toscana | 0,346 | 6.564 | 28.322,2 | 477,4 |
| Sicilia | 0,148 | 5.249 | 16.012,4 | 321,7 |
| Liguria | 0,146 | 2.991 | 10.673,2 | 165,2 |
| Marche | 0,120 | 1.294 | 11.598 | 234,8 |
| Abruzzo | 0,086 | 1.433 | 6.845 | 131,1 |
| Trentino A. Adige | 0,069 | 748 | 5.953,9 | 98,4 |
| Campania | 0,047 | 7.103 | 21.238 | 409,9 |
| Umbria | 0,037 | 1.456 | 5.025 | 103,6 |
| Sardegna | 0,027 | 2.215 | 6.882,9 | 125,7 |
| Puglia | 0,019 | 2.837 | 16.630,6 | 319,2 |
| Basilicata | 0,004 | 523 | 1.917,2 | 54,1 |
| Valle d'Aosta | 0,003 | 10 | 858,2 | 12,2 |
| Calabria | 0,003 | 939 | 4.713,1 | 104,9 |
| Molise | 0,002 | 143 | 1.414,9 | 31,7 |
| Totale | — | 80.718 | 404.953 | 6.879,6 |

Fonte: Elaborazione dati EPO, ISRDS-CNR e Regio.

Il primo è la quota regionale dei brevetti europei ed è stato utilizzato come indicatore dell'intensità tecnologica delle regioni.¹⁷ Il secondo si riferisce al personale impiegato in R&S nelle amministrazioni pubbliche (unità in equivalente tempo pieno) ed è stato usato come indicatore della presenza di centri di ricerca pubblici. Infine, il valore aggiunto e il livello occupazionale del settore manifatturiero (inclusivo dei prodotti energetici) sono stati usati come misura dello sviluppo industriale delle regioni.

I quattro indicatori regionali sono stati confrontati con le quote di partecipazioni non universitarie attraverso il calcolo del coeffi-

¹⁷ La fonte dei dati è lo European Patent Office (EPO). I brevetti sono quelli richiesti. Quelli assegnati sono circa il 95% di quelli richiesti.

ciente di correlazione di Pearson.¹⁸ I risultati indicano una modesta correlazione tra l'intensità tecnologica regionale e il livello di partecipazione (Pearson = 0,645). In particolare, i contraenti principali provenienti da Lazio, Toscana e Liguria sono stati molto più numerosi di quanto ci si potesse aspettare osservando la loro quota di brevetti. Al contrario, per Veneto e Friuli Venezia Giulia la quota di partecipazioni dei contraenti principali è inferiore all'intensità tecnologica delle due regioni. Ciò può dipendere dal fatto che, ad esempio nel caso del Veneto, l'alta quota di brevetti è legata all'industria dell'abbigliamento e della scarpa, settori non inclusi nei Programmi Quadro. Simili risultati si ottengono calcolando la correlazione tra valore aggiunto e livello occupazionale, da un lato, e quota di presenze, dall'altro (rispettivamente Pearson = 0,686 e 0,648).

L'analisi è stata ripetuta escludendo il Lazio. I coefficienti di Pearson per i tre indicatori regionali (rispettivamente uguali a 0,945; 0,942 e 0,918) evidenziano un'alta correlazione tra intensità tecnologico-industriale delle regioni e livello di partecipazione ai Programmi Quadro. Quindi, il livello di partecipazione del Lazio sembra essere fortemente influenzato anche da fattori indipendenti dall'intensità tecnologico-industriale. La forte presenza di centri di ricerca pubblici potrebbe esserne la causa. Il Lazio è infatti la regione con la quota più alta di personale impiegato in attività di R&S nelle amministrazioni pubbliche (22.118 unità). Il coefficiente di correlazione parziale fra brevetti e partecipazioni – calcolato controllando per il numero di unità di personale – risulta pari a 0,782. Tale correlazione è quindi maggiore di quella calcolata in precedenza con il coefficiente di Pearson (0,645), ma inferiore a quella ottenuta escludendo il Lazio. Nella maggior parte dei casi, quindi, l'intensità tecnologico-industriale della regioni sembra influire sul livello di partecipazione ai progetti comunitari. Il Lazio è un caso anomalo: anche considerando l'elevata presenza di centri di ricerca pubblici, le numerose partecipazioni laziali possono dipendere da fattori non analizzati.

¹⁸ L'analisi si riferisce solamente alle partecipazioni degli istituti non universitari in quanto gli indicatori regionali considerati si riferiscono al settore industriale e alla ricerca pubblica non universitaria.

Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Piemonte e Toscana sono anche le regioni con le quote di partecipazioni più elevate in tutte le aree di ricerca. Insieme, queste sei regioni detengono almeno il 48% delle partecipazioni nei «materiali grezzi e riciclaggio» fino ad un massimo del 91% delle partecipazioni nei programmi sulla salute e medicina.¹⁹ Inoltre, la concentrazione delle partecipazioni in ciascuna area di ricerca è diversa a seconda della provenienza regionale dei contraenti. Il Lazio ha partecipato prevalentemente ai progetti sulle «tecnologie industriali» ed «energia nucleare» (rispettivamente 37% e 60% dei contratti). Le istituzioni lombarde hanno preso parte soprattutto alla ricerca sulle «tecnologie dell'informazione», «medicina e salute» e «fonti energetiche non nucleari» (30%, 34% e 30%). La Toscana sembra essersi specializzata nei progetti in campo medico e nel «measurement and testing» (23% e 15%). Il Piemonte ha detenuto quote relativamente importanti in quattro aree di ricerca: «tecnologie dell'informazione» (12%), «tecnologie industriali» (12%), «tecnologie dei trasporti» (16%) e «materiali grezzi e riciclaggio» (13%). Infine, Emilia Romagna e Liguria hanno avuto rispettivamente il 15% delle partecipazioni in «measurement and testing» e il 10% delle presenze nella ricerca sulle «tecnologie dei trasporti». Altre regioni hanno avuto una forte presenza in una sola area di ricerca mentre le quote di partecipazioni a livello aggregato sono rimaste modeste. La Campania ha detenuto il 13% delle presenze nelle «biotecnologie». Il Friuli Venezia Giulia e la Sardegna hanno avuto rispettivamente il 16% ed il 19% delle partecipazioni nei «materiali grezzi e riciclaggio». Le Marche si sono specializzate nel «measurement and testing» con il 15% delle partecipazioni.

¹⁹ Più precisamente, le sei regioni in questione hanno avuto l'85,3% delle partecipazioni come primo contraente nelle «tecnologie dell'informazione», l'80,1% nelle «tecnologie industriali e dei nuovi materiali», il 62,4% nella «ricerca agro-industriale», il 65,5% nelle «biotecnologie», il 68,1% nella «meteorologia ed ambiente», il 90,8% nella «medicina e salute», l'89,4% nella ricerca sulle «fonti energetiche nucleari», il 78,6% nelle «fonti energetiche non nucleari», il 63,2% nelle «tecnologie dei trasporti», il 48,4% nei «materiali grezzi e riciclaggio» e il 69,3% nel «measurement and testing».

2.4. *Le principali caratteristiche della partecipazione italiana*

L'analisi svolta in questo paragrafo mette in luce alcune caratteristiche generali della partecipazione italiana ai programmi di R&S europei. Innanzi tutto, dal Secondo al Quarto Programma Quadro, l'Italia ha aumentato la sua presenza più che proporzionalmente rispetto all'incremento dei progetti approvati dalla Commissione Europea.

In secondo luogo, la partecipazione delle università italiane è stata inferiore a quella delle università a livello europeo. Le partecipazioni universitarie sono state più numerose nelle aree di ricerca sull'agricoltura, «biotecnologie» e «meteorologia ed ambiente». Al contrario, i progetti relativi alle «tecnologie dell'informazione e comunicazione», «tecnologie industriali» e «ricerca sulle fonti energetiche» sono stati dominati dalla presenza di istituti non universitari. Tale tendenza alla «specializzazione istituzionale» per aree di ricerca è cresciuta passando dal Secondo al Terzo Programma Quadro ed è stata accompagnata da un più generale processo di concentrazione in determinate aree scientifico-tecnologiche.

Per quanto riguarda la creazione di *networks* internazionali, l'Italia ha sviluppato legami cooperativi prevalentemente con partner francesi, tedeschi e britannici. La Francia, nella veste di contraente principale, è stato il paese con cui l'Italia ha collaborato di più. L'analisi dei contraenti principali ha evidenziato una forte propensione da parte delle organizzazioni italiane a prendere parte a progetti diretti da istituzioni della stessa nazionalità.

Infine, l'analisi regionale consente di avanzare le seguenti osservazioni. La partecipazione italiana ai Quattro Programmi Quadro è altamente concentrata. Quasi l'80% dei contratti siglati da contraenti principali italiani provengono da sole sei regioni: Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Piemonte e Toscana. Le caratteristiche tecnologico-industriali delle regioni sembrano spiegare tale concentrazione. Il Lazio rappresenta un'eccezione importante. Nonostante abbia avuto la quota più elevata di partecipazioni, mostra un'intensità tecnologico-industriale inferiore ad altre regioni italiane. Anche controllando per la forte presenza di centri di ricerca pubblici, il volume delle presenze laziali nei progetti di R&S comunitari non è sufficientemente spiegato. Infine, le diverse regioni tendo-

no a specializzarsi in determinate aree di ricerca in maniera coerente con il profilo tecnologico di ciascuna di esse.

3. La partecipazione italiana ai programmi Brite-Euram

L'obiettivo di questa sezione è studiare la partecipazione italiana a un programma specifico della Commissione delle Comunità Europee: Brite-Euram. L'alto numero dei contraenti italiani in Brite-Euram consente di sviluppare un'analisi dettagliata della loro partecipazione. Si analizzeranno le caratteristiche dei partecipanti in termini di finanziamenti ottenuti, provenienza geografica e frequenza con cui essi hanno preso parte ai progetti.

Il primo programma Brite-Euram è stato ideato sulla scia dell'esperienza dei due programmi Brite (Ricerca di Base nelle Tecnologie Industriali per l'Europa) ed Euram (Ricerca Europea sui Materiali Avanzati). Durante la realizzazione di Brite (1985-1988) sono stati intrapresi 215 progetti di ricerca cofinanziati dalla Commissione delle Comunità Europee che aveva dedicato a tale programma 180 milioni di ECU. L'obiettivo principale di Brite riguardava lo sviluppo e l'applicazione di nuove tecnologie e nuovi materiali nei settori industriali tradizionali. Attraverso Euram (1986-1989) la Commissione delle Comunità Europee ha approvato 91 progetti per circa 30 milioni di ECU. L'obiettivo era quello di stimolare la ricerca nel campo dei nuovi materiali [Commissione delle Comunità Europee 1992b, pag. 65].

Brite-Euram I (1989-1992) è nato come estensione dei due programmi precedenti. Approvato dal Consiglio dei Ministri il 14 marzo 1989 (Secondo Programma Quadro) ha visto l'attribuzione di 500 milioni di ECU. L'obiettivo del programma era il miglioramento della competitività dell'industria manifatturiera europea nel mercato mondiale. Gli obiettivi strategici si articolavano in questo modo: promozione della cooperazione tra paesi diversi nel campo della ricerca industriale strategica; supporto per il trasferimento tecnologico attraverso i confini dei paesi comunitari e tra settori diversi, in particolare alle piccole e medie imprese; stimolo al processo di coesione europea [Commissione delle Comunità Europee 1993, pagg. 9-16]. Sebbene concepito in termini di ricerca pre-competitiva, Bri-

te-Euram I è stato fortemente caratterizzato da attività orientate al mercato. Brite-Euram I copriva cinque aree di ricerca:

1. Tecnologie dei materiali avanzati;
2. Assicurazione e metodologia del design;
3. Applicazione delle tecnologie manifatturiere;
4. Tecnologie per i processi manifatturieri;
5. Aeronautica.

L'enfasi sulle piccole e medie imprese e il tipo di ricerca orientata al mercato hanno rappresentato i tratti distintivi di Brite-Euram I rispetto ai suoi precursori. Allo scopo di facilitare l'accesso da parte delle piccole e medie imprese, il Programma prevedeva la stipulazione di contratti di cofinanziamento e contratti riservati a piccole e medie imprese come i *Concerted Actions* e i *Feasibility Awards*. Nei quattro anni di Brite-Euram I circa 1000 istituzioni hanno partecipato ad almeno uno dei 350 progetti collaborativi a costi condivisi finanziati della Commissione delle Comunità Europee.

Il 9 Settembre 1991, all'interno del Terzo Programma Quadro, il Consiglio dei ministri ha approvato Brite-Euram II per il periodo 1991-1994 e per un budget di 670 milioni di ECU. Il Programma, incentrato sulle tecnologie industriali e dei materiali, è stato il prodotto dell'unione e dell'estensione di Brite-Euram I e del Programma sui materiali grezzi e riciclaggio (1990-1992). Anche Brite-Euram II, come il suo predecessore, aveva l'obiettivo di potenziare l'industria manifatturiera europea. Ciò doveva avvenire soprattutto nei settori strategici delle tecnologie avanzate e attraverso il rafforzamento della coesione sociale ed economica europea. Erano previste anche azioni a favore delle piccole e medie imprese, affinché queste avessero la possibilità di adottare tecnologie avanzate e di partecipare all'attuazione delle politiche di R&S comunitarie e ai *networks* internazionali [Commissione delle Comunità Europee 1992c, pagg. 7-11].²⁰

Le aree di ricerca di Brite-Euram II erano tre. La prima riguarda-

²⁰ CRAFT, Azione di ricerca cooperativa per la tecnologia, era nato per fornire alle imprese, specialmente a quelle di piccola e media dimensione che non disponevano di strumenti di ricerca propri, la possibilità di collaborare a progetti con centri di ricerca esterni.

va i materiali e si ramificava nelle sub-aree dei materiali grezzi e riciclaggio, da un lato, e dei materiali nuovi, materiali migliorati e *processing*, dall'altro. La seconda si focalizzava sul design e sulle attività manifatturiere. La terza riguardava l'aeronautica. Hanno partecipato a Brite-Euram II imprese industriali, università, istituti di ricerca e altri tipi di organizzazioni per un totale di 1.050 istituzioni in 323 progetti a costi condivisi. Ai progetti cooperativi a costi condivisi si affiancavano altri quattro schemi di supporto:

1. *Concerted Actions* già introdotte in Brite-Euram I;
2. Misure di accompagnamento, come i *Feasibility Awards*;
3. Azioni cooperative per la tecnologia;
4. Azioni di ricerca finalizzate per realizzare obiettivi di interesse comune (come nel caso delle «tecnologie ambientali» e delle «tecnologie manifatturiere flessibili e pulite»).

I due programmi Brite-Euram sono stati caratterizzati da una forte continuità. Grazie anche al Trattato di Maastricht e all'esperienza di Brite-Euram I, Brite-Euram II ha costituito l'estensione, meglio definita, del precedente, con un orientamento strategico più chiaro e con una maggiore varietà e completezza di schemi di supporto.

I contratti stipulati in Brite-Euram I sono stati 350 e le partecipazioni 1.778. Quelli in Brite-Euram II sono stati 323 per 1.662 partecipazioni [Garcia-Fontes e Geuna 1998]. Selezionando le sole istituzioni italiane, le partecipazioni sono state 168 in 107 progetti e 202 in 119 progetti rispettivamente nel Secondo e Terzo Programma Quadro. La presenza italiana è quindi cresciuta dal 9% al 12% delle partecipazioni totali.

Tabella 10. *Partecipanti e contraenti principali per tipo di istituzione.*

| Tipo di istituzione | 2° PQ | | 3° PQ | | Totale | |
|---------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| | Partecipanti | Contraenti principali | Partecipanti | Contraenti principali | Partecipanti | Contraenti principali |
| HEIs | 32 (19%) | 4 (11%) | 44 (22%) | 2 (5%) | 76 (21%) | 6 (8%) |
| Altre istituzioni | 136 (81%) | 33 (89%) | 158 (78%) | 35 (95%) | 294 (79%) | 68 (92%) |
| Totale | 168 | 37 | 202 | 37 | 370 | 74 |

Fonte: Elaborazione dati della Commissione delle Comunità Europee.

La partecipazione italiana ai Programmi Quadro

La tabella 10 illustra la distribuzione dei partecipanti italiani per tipo di istituzione. Su una popolazione totale di 370 partecipanti, le università hanno coperto il 19% e il 22% delle presenze nel Secondo e nel Terzo Programma Quadro rispettivamente. Quindi, la partecipazione universitaria a Brite-Euram è leggermente minore della quota totale di partecipazioni universitarie.

L'analisi dei soli contraenti principali rivela che 74 contratti Brite-Euram sono stati siglati da istituzioni italiane (11% su un totale di 673). Metà dei contratti sono stati conclusi nel Secondo Programma Quadro e metà nel Terzo. Inoltre, il peso degli HEIs nella veste di contraente principale è stato molto modesto. Simmetricamente, gli istituti non universitari hanno ricoperto il ruolo di contraente principale nella quasi totalità dei progetti.

Tabella 11. *Contribuzione della Commissione delle Comunità Europee nel Secondo e Terzo Programma Quadro. Classificazione per tipo di istituzione (in ECU).*

| Tipo di istituzione | 2° PQ | 3° PQ | Totale |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| HEIs | 6.141.679 (15,2%) | 6.097.130 (12,0%) | 12.238.809 (13,4%) |
| Altre istituzioni | 34.328.953 (84,8%) | 44.627.644 (88,0%) | 78.956.597 (86,6%) |
| Totale | 40.470.632 | 50.724.774 | 91.195.406 |

Fonte: Elaborazione dati della Commissione delle Comunità Europee.

La tabella 11 mostra i contributi erogati dalla Commissione nei due Brite-Euram.²¹

In valore nominale, i fondi destinati agli HEIs hanno subito una leggera diminuzione dal Secondo al Terzo Programma Quadro (circa l'1%). Per quanto riguarda invece gli organismi non universitari, i finanziamenti da essi ottenuti sono aumentati da 34 a 44

²¹ Ricordiamo che agli organismi non universitari è andato un contributo pari al 50% del costo effettivo del progetto, mentre agli HEIs è stato rimborsato il 100% del costo aggiuntivo della ricerca intrapresa. In realtà è possibile paragonare il contributo del 100% andato agli HEIs a quello del 50% erogato alle istituzioni non universitarie in quanto il costo aggiuntivo rimborsato è approssimativamente uguale al 50% del costo totale della ricerca sviluppata dagli istituti di educazione superiore.

milioni di ECU (un aumento del 30%). Dal confronto tra la quota di finanziamenti e quella delle partecipazioni si ottengono informazioni interessanti. Nel Secondo Programma Quadro gli HEIs avevano il 19% delle partecipazioni e ottenevano il 15,2% dei contributi. Durante il Terzo Programma Quadro le partecipazioni sono salite al 21,8% e i contributi sono scesi al 12%. Le variazioni positive dal lato delle partecipazioni e quelle negative dei finanziamenti hanno determinato una riduzione del contributo medio ottenuto dalle università (da 191.927 a 138.571 ECU). Anche le partecipazioni delle organizzazioni non universitarie sono aumentate, ma meno che proporzionalmente rispetto ai fondi. Ne è conseguito un aumento del valore medio dei contributi per istituto (da 252.418 a 282.453 ECU). La differenza tra il valore medio dei finanziamenti ottenuto dagli HEIs e quello degli organismi non universitari è notevole. Nel Secondo Programma Quadro gli istituti di educazione superiore hanno ottenuto in media tre quarti di quanto è andato alle altre organizzazioni. Nel Terzo Programma Quadro il contributo dato agli HEIs si è ridotto a meno della metà di quello ottenuto dagli organismi di diverso tipo.

Anche in Brite-Euram ci sono stati fenomeni di «specializzazione istituzionale» (si veda il capitolo 3). Le istituzioni non universitarie hanno ricoperto il ruolo di contraente principale in quasi il 90% dei casi. Tale percentuale è salita dal Secondo al Terzo Programma Quadro ed è stata accompagnata da un aumento dei fondi ottenuti dagli organismi non universitari rispetto a quelli destinati al mondo accademico.

La tabella 12 identifica le istituzioni con almeno quattro partecipazioni ai due programmi Brite-Euram. Centonovantuno organizzazioni hanno avuto meno di 4 partecipazioni ai due programmi. Le 20 istituzioni italiane con più di 4 presenze (su un totale di 211) hanno ottenuto 117 partecipazioni, cioè il 31,6% di quelle totali a Brite-Euram I e II. Cinque di esse sono istituti di educazione superiore e hanno avuto il 20% delle partecipazioni delle 20 istituzioni considerate (22 presenze su 117) e il 6% di quelle totali. In generale, dunque, la partecipazione italiana ai programmi Brite-Euram è stata piuttosto concentrata: il 9% e il 23% delle istituzioni hanno avuto rispettivamente il 30% e il 50% delle partecipazioni. Rispetto alla concentrazione delle partecipazioni calcolata per tut-

La partecipazione italiana ai Programmi Quadro

te le nazioni, quella dei contraenti italiani è minore. Nel caso dei contraenti europei, circa il 52% delle partecipazioni andava a solamente il 19% dei partecipanti a Brite-Euram [Garcia-Fontes e Geuna 1998].

Tabella 12. *Partecipazioni delle prime 20 istituzioni.*

| Istituzione | 2° PQ | 3° PQ | Totale |
|--|-------|-------|--------|
| CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche | 4 | 10 | 14 |
| Centro Ricerche Fiat S.p.a. | 3 | 8 | 11 |
| CISE S.p.a. (Centro Informazioni, Studi, Esperienze) | 3 | 4 | 7 |
| ENEA | 1 | 6 | 7 |
| Pirelli S.p.a. | 3 | 4 | 7 |
| Augusta S.p.a. | 3 | 3 | 6 |
| Centro Sviluppo Materiali S.p.a. | 2 | 4 | 6 |
| ENEL | 2 | 4 | 6 |
| ENI Ricerche | 5 | 1 | 6 |
| Politecnico di Milano | 2 | 3 | 5 |
| Registro Italiano Navale | 4 | 1 | 5 |
| Università degli Studi di Napoli Federico II | 2 | 3 | 5 |
| Alenia | 1 | 3 | 4 |
| Ansaldo Ricerche S.r.l. | 1 | 3 | 4 |
| Centro Laser S.r.l. | 3 | 1 | 4 |
| Catena S.p.a. | 3 | 1 | 4 |
| Consorzio Interuniv. Naz. per la Struttura della Materia | 2 | 2 | 4 |
| Politecnico di Torino | 2 | 2 | 4 |
| Università degli Studi di Genova | 3 | 1 | 4 |
| Università degli studi di Padova | 1 | 3 | 4 |
| Totale | 50 | 67 | 117 |

Fonte: Elaborazione dati della Commissione delle Comunità Europee.

Inoltre, il grado di concentrazione delle partecipazioni è cresciuto dal primo al secondo Brite-Euram. Il 50% delle presenze in Brite-Euram I apparteneva al 30% dei partecipanti. In Brite-Euram II, il 26% delle organizzazioni deteneva lo stesso 50% di partecipazioni. Dodici delle 20 organizzazioni elencate nella tabella 12 hanno aumentato il numero di partecipazioni. Tale incremento è stato più consistente per le istituzioni con quote già elevate. Solo in 5 casi il numero di presenze è diminuito.

Anche il grado di «concentrazione geografica» delle partecipazioni è elevato. L'ottanta per cento dei contraenti italiani a Brite-Euram proviene da solamente sei regioni del Centro-Nord. Su un totale di 370 partecipazioni, Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Piemonte e Toscana ne hanno avute 300. Duecentoventuno di queste (poco meno del 60% del totale) sono state nelle sole Lazio, Lombardia e Piemonte. Inoltre, dal Secondo al Terzo Programma Quadro le partecipazioni di 13 regioni italiane sono cresciute. Tra le regioni con un numero di contraenti già elevato, le partecipazioni sono cresciute maggiormente nel Lazio e in Toscana. Il loro numero è più che raddoppiato. Tra le regioni con un minor coinvolgimento in Brite-Euram, l'aumento più importante è stato in Campania, Friuli Venezia Giulia, Sardegna, Umbria e Sicilia. Altre hanno esordito con un solo contratto siglato in Brite-Euram II. Le partecipazioni di Emilia Romagna, Liguria, Puglia e Trentino Alto Adige sono diminuite. Il Piemonte sembra essersi specializzato nella partecipazione a Brite-Euram: la quota di presenze ottenuta in questo programma è pari a più del doppio di quella calcolata per tutti i programmi (si veda la tabella 8). Infine, Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Toscana e Piemonte hanno ospitato il numero più alto sia di istituti universitari (69,7%) che di organismi non universitari (92,6%) nei due Brite-Euram.

L'analisi della partecipazione italiana ai programmi Brite-Euram permette di avanzare le seguenti osservazioni. La prima riguarda gli HEIs. Il numero di partecipazioni delle università a Brite-Euram è risultato molto simile a quello osservato a livello aggregato. Solo quando l'analisi è stata svolta a livello di contraente principale e di contribuzione ricevuta dalla Commissione Europea, il ruolo delle università è stato più modesto. Questo vuol dire che spesso gli HEIs hanno partecipato ai progetti nella veste di contraenti subordinati al primo, non solo formalmente ma anche come contributo ricevuto per la ricerca. Inoltre, la specializzazione istituzionale è cresciuta passando dal Secondo al Terzo Programma Quadro: la presenza delle organizzazioni non universitarie è aumentata.

In secondo luogo, la partecipazione italiana è caratterizzata da un'alta concentrazione. Il 23% delle istituzioni ha avuto il 50% delle partecipazioni. Tale concentrazione è cresciuta passando da Brite-Euram I a Brite-Euram II. Ciò potrebbe dipendere dall'esistenza

di fenomeni cumulativi nella partecipazione ai programmi comunitari. L'aver partecipato ad un progetto Brite-Euram I potrebbe aver generato dei vantaggi, per esempio maggiori competenze tecnico-organizzative, che hanno aumentato la probabilità di partecipare anche a Brite-Euram II. Infine, la partecipazione italiana è fortemente influenzata dalla localizzazione geografica dell'organizzazione. Sei regioni hanno partecipato alla quasi totalità dei progetti. Il caso del Piemonte è particolare: con un livello di partecipazione pari a più del doppio di quello osservato analizzando le partecipazioni a tutti i programmi (si veda la tabella 8), il Piemonte sembra essersi specializzato nella partecipazione a Brite-Euram

4. La partecipazione delle università italiane ai Programmi Quadro

Questo capitolo analizzerà la partecipazione ai Programmi Quadro di una singola tipologia istituzionale: le università. Attraverso l'identificazione delle università coinvolte nei progetti comunitari ci proponiamo di mettere in luce eventuali fenomeni di «partecipazione ripetuta» da parte delle medesime e di studiare alcune possibili determinanti della concentrazione istituzionale delle partecipazioni.

Gli istituti di educazione superiore sono largamente presenti nei Quattro Programmi Quadro: al 30 aprile 1997 contavano 3.518 partecipazioni.²² Analizzandone l'evoluzione nel corso dei Programmi Quadro si è osservato che la partecipazione universitaria è cresciuta nel tempo. Tale aumento è avvenuto senza aver modificato le proporzioni tra partecipazione universitaria e quella degli altri istituti.

Sessanta università italiane hanno preso parte ai quattro Programmi Quadro. Sette università hanno partecipato unicamente ai programmi speciali su «cooperazione scientifico-tecnologica», «educazione e training» e «cooperazione con paesi terzi» per un totale di 1.868 partecipazioni. Le restanti 53 università hanno parteci-

²² In realtà, le partecipazioni universitarie ai Programmi Quadro sono state 3.574. Non è stato però possibile classificare 56 partecipazioni a causa di informazioni incomplete.

pato 1.650 volte in progetti cooperativi di R&S con una media di circa 31 partecipazioni per istituzione (tabella 13).²³ L'analisi che segue considererà solamente queste 1.650 presenze a causa del carattere speciale dei programmi nominati.

Tabella 13. *Totale partecipazioni degli istituti di educazione superiore.*

| | Programmi di R&S cooperativi | Programmi speciali | Totale |
|--------------------------|------------------------------|--------------------|--------------|
| Primo Programma Quadro | 182 (11,0%) | 114 (6,1%) | 296 (8,4%) |
| Secondo Programma Quadro | 349 (21,2%) | 932 (49,9%) | 1281 (36,4%) |
| Terzo Programma Quadro | 666 (40,4%) | 772 (41,3%) | 1438 (40,9%) |
| Quarto Programma Quadro | 453 (27,4%) | 50 (2,7%) | 503 (14,3%) |
| Totale Programmi Quadro | 1650 | 1868 | 3518 |

Fonte: Elaborazione dati Cordis [1997].

L'analisi per aree di ricerca indica che la «meteorologia e ambiente» (24%) e le «tecnologie dell'informazione» (22%) sono stati i programmi con più forte presenza universitaria. Seguono la «ricerca agro-industriale» (13%), le «tecnologie industriali e dei materiali» (10%) e le «biotecnologie» (10%). Quasi l'80% delle partecipazioni universitarie è andato a queste cinque aree. La ricerca in campo energetico e quella nella «medicina e salute» hanno registrato rispettivamente il 10% e il 6% delle partecipazioni. Inoltre, dal Primo al Secondo Programma Quadro, la presenza delle università è aumentata in quattro di questi cinque programmi. Hanno fatto eccezione le «biotecnologie». Dal Secondo al Terzo Programma Quadro la quota delle partecipazioni universitarie è diminuita nelle «tecnologie dell'informazione», «tecnologie industriali e dei materiali» e «meteorologia e ambiente». In termini assoluti, però, il numero delle presenze è cresciuto anche in questi programmi. Sia in valori assoluti che relativi, invece, le partecipazioni sono aumentate in maniera significativa solo nella ricerca medica ed agro-industriale.

La concentrazione delle partecipazioni per università è cresciuta nel corso dei primi tre Programmi Quadro per poi stabilizzarsi nel

²³ Il numero di università coinvolte nei progetti comunitari è aumentato dal Primo al Quarto Programma Quadro passando da 32 a 50.

Tabella 14. *Le prime 8 università per numero di partecipazioni.*

| Università | 1° PQ | 2° PQ | 3° PQ | 4° PQ | Totale |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Università di Genova | 6,6% (12) | 10,0% (35) | 8,3% (55) | 6,2% (28) | 7,9% (130) |
| Università di Roma La Sapienza | 8,2% (15) | 5,7% (20) | 7,1% (47) | 8,4% (38) | 7,3% (120) |
| Politecnico di Milano | 7,7% (14) | 5,7% (20) | 4,7% (31) | 6,8% (31) | 5,8% (96) |
| Università di Firenze | 12,1% (22) | 4,3% (15) | 5,3% (35) | 4,4% (20) | 5,6% (92) |
| Università di Napoli | 7,1% (13) | 3,4% (12) | 5,3% (35) | 6,6% (30) | 5,5% (90) |
| Università di Pisa | 4,9% (9) | 9,2% (32) | 6,2% (41) | 6,2% (28) | 6,7% (110) |
| Università di Bologna | 6,0% (11) | 7,7% (27) | 6,6% (44) | 6,6% (30) | 6,8% (112) |
| Università di Milano | 7,1% (13) | 6,3% (22) | 6,2% (41) | 4,6% (21) | 5,9% (97) |
| Totale: | 42,2/59,7% | 38,9/52,3% | 34,4/49,7% | 34,6/49,8% | 34,6/51,5% |

Fonte: Elaborazione dati Cordis [1997].

Numero di partecipazioni tra parentesi. Il totale si riferisce al percentuale di partecipazioni per le prime 5 e per le prime 8 istituzioni.

Quarto. Otto istituzioni hanno ottenuto il 51,5% dei contratti conclusi dalle università. La tabella 14 ne rivela l'identità.²⁴ Nel Primo Programma Quadro circa il 19% delle istituzioni era responsabile del 50% delle presenze. Nel Secondo Programma Quadro la percentuale di università con il 50% delle partecipazioni è scesa al 18%. Nel Terzo e Quarto Programma Quadro si è ridotta al 16%. Inoltre, nonostante il numero delle istituzioni coinvolte in almeno un progetto sia aumentato, tale aumento non ha influito sul grado di concentrazione delle partecipazioni per istituzione. Le università che già detenevano le quote più elevate di presenze hanno aumentato sensibilmente la loro partecipazione nel corso dei Programmi Quadro.

Dal punto di vista della provenienza geografica le regioni del Nord-Est e del Sud hanno ospitato più della metà delle università (tabella 15).²⁵ Dal confronto tra la quota di università e la quota di partecipazioni, nel Sud, la seconda risulta nettamente inferiore alla prima. Il Sud, infatti, pur ospitando il 34,9% delle istituzioni, ha avuto solamente il 18,0% delle partecipazioni universitarie. L'opposto vale per le università localizzate nel Nord-Ovest, Lombardia, Centro e Lazio. Il Nord-Ovest, ad esempio, con appena il 7,0% delle università, ha avuto il 15,4% delle partecipazioni.

4.1. Analisi delle determinanti della partecipazione universitaria

La concentrazione istituzionale e regionale delle partecipazioni universitarie può dipendere da diversi fattori. Può influire, ad esempio, la dimensione dell'istituzione in termini di ricerca svolta. Ci aspettiamo che le istituzioni con molti docenti e ricercatori abbiano un numero di partecipazioni più alto rispetto ad università piccole. Anche la produttività scientifica delle università può influenzare il livello di partecipazione. Ci aspettiamo che le università con più alta produttività scientifica abbiano una maggiore probabilità di esse-

²⁴ I valori delle tre università che, all'interno del campione delle prime otto, hanno partecipato di meno nell'ambito di ciascun Programma Quadro sono in corsivo.

²⁵ A causa della mancanza dei dati sulle pubblicazioni per dieci università, le statistiche che seguono si riferiscono a 43 delle 53 università che hanno preso parte ai Programmi Quadro.

Tabella 15. *Distribuzione regionale delle partecipazioni.*

| Regioni* | Università ⁺ | Numero di Partecipazioni | | | | Totale |
|------------|-------------------------|--------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | | 1° PQ | 2° PQ | 3° PQ | 4° PQ | |
| Nord-Ovest | 7,0 (3) | 13,9 (25) | 17,9 (60) | 16,5 (103) | 12,4 (53) | 15,4 (241) |
| Lombardia | 9,3 (4) | 20,0 (36) | 16,1 (54) | 14,9 (93) | 14,6 (62) | 15,6 (245) |
| Nord-Est | 23,3 (10) | 15,6 (28) | 17,9 (60) | 22,0 (138) | 22,5 (96) | 20,5 (322) |
| Centro | 16,3 (7) | 25,0 (45) | 22,6 (76) | 17,3 (108) | 16,0 (68) | 18,9 (297) |
| Lazio | 9,3 (4) | 10,0 (18) | 9,5 (32) | 12,0 (75) | 12,9 (55) | 11,5 (180) |
| Sud | 34,9 (15) | 15,6 (28) | 16,1 (54) | 17,4 (109) | 21,6 (92) | 18,0 (283) |

Fonte: Elaborazione dati Cordis [1997].

⁺ L'Università cattolica del Sacro Cuore è stata esclusa perché le informazioni disponibili non permettevano di classificare separatamente le sedi di Milano e Roma.

* Il Nord-Ovest comprende Piemonte, Valle d'Aosta e Liguria; il Nord-Est comprende Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia ed Emilia Romagna; il Centro comprende Toscana, Umbria e Marche; il Sud comprende le restanti regioni, isole incluse (classificazione NUTS).

re finanziate per progetti di alta qualità. Il finanziamento, infatti, viene assegnato su basi competitive: in una prima fase i progetti vengono selezionati in relazione alla loro qualità; poi vengono analizzati altri parametri come la presenza di partner localizzati in regioni meno avvantaggiate dell'Unione Europea. Infine, possono influire sul livello di partecipazione delle università la loro localizzazione geografica e la specializzazione in determinati campi scientifici (focalizzazione disciplinare).

Sulla base di queste osservazioni abbiamo costruito un modello econometrico. L'obiettivo è valutare l'influenza dei fattori menzionati sul livello di partecipazione delle università italiane. Siccome il numero di partecipazioni ha valori compresi fra 0 e 130, non possiamo utilizzare una regressione OLS. È possibile utilizzare due differenti procedure di stima. La prima è una stima Tobit (EQ. 1) in cui la variabile dipendente è il numero di partecipazioni delle università (vengono incluse anche le istituzioni con 0 partecipazioni). La seconda si basa su due equazioni. La prima è una stima Probit (EQ. 2) della probabilità di partecipazione con variabile dipendente binaria (1 nel caso di partecipazione, 0 nel caso di non partecipazione). La seconda è una regressione troncata (EQ. 3) per le osservazioni maggiori di zero. La variabile dipendente è il numero di partecipazioni.

Il modello a due equazioni consente di separare l'analisi della probabilità di partecipare da quella del livello di partecipazione.

Le tre equazioni assumono la seguente forma funzionale:

$$(EQ. 1) \ln(1+EUPART) = \alpha + \beta_1 \ln TOTRIC + \beta_2 \ln SCIPRO + \sum_{i=1..n} \beta_i REGIO_i + \sum_{j=1..m} \beta_j DSCI_j + \epsilon_1$$

$$(EQ. 2) Y = \delta + \gamma_1 \ln TOTRIC + \gamma_2 \ln SCIPRO + \sum_{i=1..n} \gamma_i REGIO_i + \sum_{j=1..m} \gamma_j DSCI_j + \epsilon_2$$

$$(EQ. 3) \ln(1+P) = \xi + \eta_1 \ln TOTRIC + \eta_2 \ln SCIPRO + \sum_{i=1..n} \eta_i REGIO_i + \sum_{j=1..m} \eta_j DSCI_j + \epsilon_3$$

dove:²⁶

EUPART = numero di partecipazioni dell'università

TOTRIC = numero di docenti (ricercatori e professori) dell'università

SCIPRO = rapporto tra numero di pubblicazioni e numero di docenti

REGIO = variabile *dummy* per la regione di appartenenza

DSCI = variabile *dummy* per la specializzazione scientifica dell'università

Y = 1 se EUPART > 0 e Y = 0 se EUPART = 0

P = EUPART > 0

Il numero di docenti è stato usato come misura della dimensione dell'università. Il rapporto tra il numero di pubblicazioni e il numero di docenti è stato utilizzato come indicatore della produttività scientifica dell'istituto.²⁷ I dati riguardanti le pubblicazioni sono disponibili per 44 università: 43 istituzioni per un totale di 1.604 partecipazioni nei quattro Programmi Quadro ed una (università di

²⁶ Si veda l'appendice 1 per la presentazione delle banche dati e la descrizione delle variabili.

²⁷ Per un'analisi dei limiti delle pubblicazioni come indicatore dell'output della ricerca universitaria si vedano Johnes [1992]; Martin e Irvine [1983]; Moed *et al.*[1985].

Cassino) senza partecipazioni. Le 10 istituzioni per le quali non sono disponibili le pubblicazioni hanno avuto 46 (2,8%) partecipazioni. Quindi, i risultati delle regressioni sono rilevanti per l'insieme delle università italiane.

Per decidere quale specificazione stimare è stato calcolato il test rapporto di massima verosimiglianza (LLR) con l'equazione 1 come modello ristretto e le equazioni 2 e 3 come modello non ristretto. Il modello Tobit non può essere rifiutato sia quando la variabile dipendente è l'insieme delle partecipazioni al Quarto Programma Quadro, sia quando tale variabile è data dalle partecipazioni a tutti i Programmi Quadro. Al contrario, quando la variabile dipendente è l'insieme delle partecipazioni al Primo, Secondo e Terzo Programma Quadro, il modello Tobit viene rifiutato.

Le stime delle variabili *dummy* per la focalizzazione disciplinare dell'università non sono significative. Ciò può dipendere dal fatto che quasi tutte le università considerate sono multidisciplinari, pertanto la variabile *dummy* non ha «potere discriminatorio». Più complessa è l'interpretazione delle stime relative alle variabili *dummy* per la localizzazione regionale. Nel modello Probit tali variabili non sono mai significative. In alcuni casi, nel modello Tobit e nella regressione troncata, le variabili sono significative e positive, specialmente nel caso del Nord-Ovest e del Lazio (il Sud è la regione di riferimento). Si è comunque preferito non includerle nel modello finale in quanto altamente correlate con il rapporto tra pubblicazioni e docenti. La localizzazione geografica sembra quindi catturare parte dell'effetto legato alla produttività scientifica.

Le tabelle 1 e 2 in appendice 3 mostrano i risultati delle stime. Nelle due equazioni Tobit la dimensione dell'università e la sua produttività scientifica hanno valori positivi e significativi sia quando la variabile dipendente è data dal numero di partecipazioni al Quarto Programma Quadro che quando si considerano le partecipazioni a tutti i programmi.

Nell'interpretazione dei risultati delle stime per i primi tre Programmi Quadro va mantenuta una certa cautela a causa dell'uso delle pubblicazioni realizzate nel 1993 come indicatore della produzione scientifica dell'istituzione. Nel Primo Programma Quadro sembra che la sola dimensione dell'università influenzi sia la probabilità di partecipare, che il livello di partecipazione. Nel Secondo

Programma Quadro la dimensione permane il fattore che spiega la probabilità di accesso, mentre il livello di partecipazione è influenzato anche dalla produttività scientifica dell'istituzione. Infine, nel Terzo Programma Quadro, la produttività scientifica influenza sia la probabilità di accedere ai progetti, che il livello di partecipazione, mentre la dimensione spiega solo il numero di partecipazioni. L'interpretazione di una tale dinamica si basa sulla diffusione delle informazioni sui Programmi Quadro e sullo sviluppo di competenze tecnico-organizzative. Durante il Primo Programma Quadro le informazioni relative ai programmi comunitari erano scarse. Soltanto le grandi università disponevano della struttura organizzativa per raccogliere le informazioni e gestire il processo di presentazione della domanda. Le grandi università, inoltre, avendo più contatti con l'industria, possedevano anche maggiore esperienza nello sviluppo di questo tipo di attività. Con il Secondo Programma Quadro le informazioni sui programmi comunitari si sono diffuse permettendo la partecipazione di un più ampio numero di università. La probabilità di accesso rimaneva però condizionata dalla dimensione dell'istituzione. Il livello di partecipazione era invece influenzato sia dalla dimensione che dalla produttività scientifica. Infine, con il Terzo Programma Quadro, i Programmi comunitari sono entrati a far parte delle varie possibilità di finanziamento normalmente considerate dai gruppi di ricerca. Ne è seguito un ampliamento del numero delle istituzioni partecipanti. A questo punto, la probabilità di accesso è stata influenzata dalla produttività scientifica dell'università e non dalla sua dimensione.²⁸

L'analisi sviluppata in questo capitolo permette di evidenziare alcuni tratti importanti della partecipazione universitaria italiana ai programmi comunitari. Innanzi tutto, tale partecipazione risulta piuttosto focalizzata in termini di aree di ricerca. È anche altamente concentrata in termini di istituzioni e aree geografiche di provenienza. Infatti, nonostante nel corso dei Programmi Quadro il nu-

²⁸ Tale risultato è consistente con le stime realizzate per la partecipazione delle università di undici paesi dell'EU [Geuna, 1998]. Si veda anche lo studio di Arora, David e Gambardella [1998] che mostra come il numero di pubblicazioni del gruppo di ricerca sia l'elemento principale che influenza la probabilità di essere selezionato e ricevere un finanziamento pubblico per un progetto di R&S.

mero di università con almeno una partecipazione sia aumentato, circa il 50% delle presenze resta nelle mani di un numero estremamente ridotto di istituti. La stessa osservazione vale per la localizzazione geografica dei contraenti, con una differenza importante tra provenienza delle istituzioni e provenienza delle partecipazioni (si veda la tabella 15).

In secondo luogo, il modello econometrico ha messo in luce alcuni fattori chiave della partecipazione delle università: la dimensione, la diffusione delle informazioni e la qualità scientifica ed organizzativa delle istituzioni. La dimensione dell'istituzione sembra influenzare la probabilità di accesso iniziale e la quota di partecipazione ai progetti comunitari. Poi, a mano a mano che le informazioni si diffondono e le competenze si sviluppano, la produttività scientifica diventa responsabile sia dell'accesso ai progetti che del livello con cui se ne entra a far parte.

Questi risultati sembrano rivelare l'esistenza di fenomeni cumulativi nella partecipazione ai Programmi Quadro. Le università di grandi dimensioni che inizialmente hanno preso parte ad un ampio numero di progetti, hanno ottenuto il maggior numero di contratti anche nei programmi successivi. La partecipazione iniziale ha aumentato la probabilità di avere successo anche in seguito. Dopo aver ottenuto i primi finanziamenti, le istituzioni possono aver sviluppato competenze tecnologiche ed organizzative che hanno aumentato le probabilità di essere selezionate in futuro. A ciò può aver contribuito il cosiddetto *Matthew effect*. I gruppi di ricerca che hanno generato un output di alta «qualità» hanno ottenuto fondi di finanziamento aggiuntivi, aumentando ulteriormente la probabilità di produrre ricerca di alta «qualità», di vederne pubblicati i risultati, e, conseguentemente, di ottenere finanziamenti futuri.

Conclusioni

Questo lavoro ha permesso di evidenziare alcune regolarità nella partecipazione italiana ai Programmi Quadro finanziati dalla Commissione delle Comunità Europee. Qui di seguito si propone di interpretare quanto analizzato e si suggeriscono alcune possibili implicazioni di politica economica.

I programmi comunitari di R&S costituiscono uno strumento importante per promuovere e consolidare i rapporti di cooperazione tra istituzioni di natura e di nazionalità diverse. Col passare del tempo essi hanno visto l'attribuzione di risorse finanziarie crescenti e lo sviluppo di *networks* di ricerca internazionali. Il numero e la varietà delle nazioni coinvolte sono aumentati, così come la partecipazione dei settori industriali e degli organismi di ricerca pubblici e privati. All'interno di questo quadro generale, la presenza italiana è cresciuta nel tempo. Mentre le più importanti nazioni europee hanno visto una riduzione della loro quota di partecipazioni (anche a causa dell'ingresso di nuove nazioni nei Programmi Quadro) l'Italia è riuscita ad incrementare la propria. Attraverso i Programmi Quadro le istituzioni italiane hanno anche sviluppato un elevato numero di legami internazionali, in particolare con la Francia, la Germania e la Gran Bretagna. La tendenza ad intessere rapporti di collaborazione con altri partner italiani è stata maggiore quando l'Italia ha ricoperto il ruolo di contraente principale.

Le caratteristiche della partecipazione italiana ai quattro Programmi Quadro sono state studiate sia in relazione alla partecipazione media europea che in termini dinamici, passando da un Programma Quadro a quello successivo. Le imprese italiane hanno ottenuto una quota di partecipazioni superiore a quella media europea e un ammontare di finanziamenti maggiore di quelli ottenuti dallo stesso tipo di istituzione a livello europeo. I risultati indicano inoltre una forte specializzazione istituzionale italiana – la presenza di organizzazioni industriali è molto più alta di quella universitaria – maggiore di quella osservata a livello europeo. Un leggero ribilanciamento della presenza universitaria rispetto a quella industriale è avvenuto nel corso del tempo, passando dal Primo agli ultimi Programmi Quadro.

In termini di aree di ricerca, la partecipazione italiana è stata particolarmente concentrata nelle «tecnologie dell'informazione» e in quelle «industriali e dei materiali». Nel primo caso la quota di partecipazioni italiane è stata inferiore all'importanza attribuita a tale area di ricerca da parte della Commissione. Al contrario, la ricerca italiana si è focalizzata sulle «tecnologie industriali e dei materiali» più di quanto abbia fatto la Commissione in termini di priorità. Più in generale, dal Primo al Quarto Programma Quadro la partecipazione delle istituzioni italiane è stata caratterizzata da un processo

di concentrazione in determinate aree scientifico-tecnologiche e da fenomeni di specializzazione istituzionale. Ciò può essere dipeso, in parte, dall'orientamento della Commissione Europea in termini di potenziamento di certi settori piuttosto che altri e, in parte, dal processo di focalizzazione proprio del sistema scientifico e tecnologico italiano.

L'analisi regionale ha infine evidenziato una elevata concentrazione delle partecipazioni in certe aree geografiche e delle aree geografiche stesse, in determinati programmi di ricerca. Le caratteristiche tecnologico-industriali delle aree in questione sembrano spiegare tale concentrazione.

In sintesi, l'analisi a livello aggregato ha mostrato un aumento della partecipazione italiana, caratterizzata da importanti fenomeni di concentrazione sia a livello istituzionale che geografico. Tali fenomeni sembrano accentuarsi passando dal Primo all'ultimo Programma Quadro. Per approfondire le ragioni di questa dinamica abbiamo studiato la partecipazione delle istituzioni italiane a un programma specifico: Brite-Euram.

L'analisi di Brite-Euram ha confermato l'aumento delle partecipazioni italiane, accompagnato anch'esso da fenomeni di specializzazione istituzionale e concentrazione delle partecipazioni a livello di singola organizzazione. Nonostante un numero crescente di istituzioni abbia preso parte ai progetti finanziati in Brite-Euram II, le istituzioni che già avevano partecipato al precedente Brite-Euram I hanno ottenuto una quota di finanziamenti più alta nel secondo periodo. L'esistenza di processi cumulativi nella partecipazione potrebbe spiegare tale fenomeno. Le istituzioni che per prime hanno partecipato ai progetti comunitari sembrano avere una probabilità maggiore di prendere parte anche a quelli successivi.

Al fine di verificare l'importanza della «cumulatività» come determinante dei fenomeni di concentrazione, abbiamo analizzato la partecipazione di una singola tipologia istituzionale – le università – nel corso dei Quattro Programmi Quadro. La scelta delle università è dipesa dalla possibilità di analizzare l'intera popolazione di potenziali partecipanti ai Programmi Quadro senza introdurre distorsioni nella selezione di un campione. Le statistiche generali indicano l'esistenza di un'elevata concentrazione regionale ed un'alta e crescente concentrazione istituzionale. Il 50% delle partecipazioni

appartiene ad un numero estremamente ridotto di università. I risultati ottenuti dal modello econometrico suggeriscono che i diversi livelli di partecipazione potrebbero essere spiegati dai seguenti fattori: la dimensione dell'università, la produttività scientifica dell'istituzione (come indicatore di «qualità» scientifica), la diffusione delle informazioni sui Programmi Quadro e la generazione di competenze tecnico-organizzative per accedere ai progetti. L'ipotesi che la partecipazione ai Programmi Quadro sia fortemente influenzata da fenomeni cumulativi sembra trovare conferma.

Ci si interroga a questo punto sulla necessità di azioni di politica economica al fine di consentire l'accesso ad istituzioni ed aree geografiche «svantaggiate» per le quali non si sono innescati i processi cumulativi in questione. Si potrebbero studiare forme di incentivazione per aumentare la probabilità di partecipazione ai programmi comunitari da parte di certe tipologie istituzionali o di determinate regioni. Oppure si potrebbero elaborare delle politiche scientifico-tecnologiche nazionali per bilanciare l'effetto delle azioni comunitarie.²⁹ I recenti tentativi di coordinamento delle politiche nazionali ed europee riducono la praticabilità di una simile alternativa.³⁰

L'attuazione di una politica di incentivazione a favore delle istituzioni e delle aree svantaggiate è legata all'orientamento governativo in termini di obiettivi di breve e di lungo periodo nella R&S. Da un lato, in un'ottica che privilegia l'efficienza economica di breve periodo, le politiche governative possono puntare alla selezione e al finanziamento delle istituzioni di più alta qualità scientifico-tecnologica. È la logica *picking the winners* secondo la quale si finanzierebbero le istituzioni di «qualità» superiore. La probabilità che queste producano ritorni economici nel breve periodo è elevata. Dall'altro, il finanziamento pubblico alla ricerca è anche un modo per raccogliere informazioni sulla «qualità» e sulle competenze delle istituzioni di ricerca. In questo modo, oltre a finanziare le istituzioni di qualità certa, verrebbe data la possibilità alle altre di dimostrare le proprie potenzialità. Il finanziamento pubblico sarebbe meno concentrato che nel caso

²⁹ In alcuni paesi europei sono stati utilizzati sistemi di attribuzione (e sostituzione negli anni successivi) dei finanziamenti ricevuti dalla Commissione Europea al fine di bilanciare la distribuzione dei fondi di ricerca governativi.

³⁰ Si veda Commissione delle Comunità Europee [1994d].

precedente e, nell'assegnarlo, si terrebbe conto anche dell'efficienza economica di lungo periodo. È così che l'investimento pubblico, che può assumersi il rischio di investire in istituzioni di «qualità non certa», permetterebbe di diffondere ed utilizzare più intensamente le conoscenze e di individuare le «competenze potenziali».³¹

L'analisi svolta in questo lavoro potrebbe suggerire spunti di riflessione per lavori di ricerca futuri. Per esempio, si potrebbe sviluppare un'analisi comparata sui fattori che determinano i livelli diversi di concentrazione delle partecipazioni da parte di tipologie istituzionali diverse. A tal fine servirebbero degli indicatori sulla «qualità» scientifico-tecnologica non solo delle università ma anche degli altri tipi di istituzioni. In secondo luogo, si potrebbe studiare se, e fino a che punto, la specializzazione istituzionale e i processi di concentrazione sono caratteristici del caso italiano o sono fenomeni di carattere più generale. Un'analisi comparata della partecipazione italiana e di quella di un paese strutturalmente molto simile e di uno molto diverso dall'Italia offrirebbe le basi per la valutazione delle politiche economiche attuate e potenziali.

Appendice 1. *Le banche dati.*

L'analisi della partecipazione italiana ai Programmi Quadro della Commissione delle Comunità Europee ha utilizzato quattro banche dati.

L'analisi a livello aggregato ha impiegato le informazioni contenute in Cordis (*Community R&D Information Service*), la banca dati *on line* della Commissione Europea sui progetti di R&S finanziati totalmente o parzialmente dall'Unione Europea dal 1986 ad oggi. Ci sono anche informazioni su parte dei progetti varati prima del 1986.

Da Cordis, attraverso una serie di procedure Pascal, è stata creata una banca dati che, al 30 aprile 1997, contava 7.747 progetti con partecipazione italiana. A causa del loro carattere speciale sono stati esclusi dalla banca dati i progetti realizzati dai Joint Research Centers localizzati in Italia. Sono anche stati eliminati 597 progetti per-

³¹ Si veda Arora e Gambardella [1997].

ché 411 di questi erano stati siglati prima del 1984 ed i restanti 186 mancavano di informazioni rilevanti ai fini dell'analisi. Per ciascuno dei 7.150 progetti abbiamo raccolto una lunga serie di informazioni. Al fine di poter gestire la banca dati abbiamo selezionato quelle rilevanti per la nostra analisi: il titolo, la data di inizio, la durata in mesi, l'acronimo, il sub-programma specifico, il contraente principale, l'istituzione contraente, la regione, la città e la nazione di provenienza, gli altri contraenti (fino ad un massimo di 15 per ogni progetto) e l'istituzione di cui essi fanno parte.³² Attraverso queste informazioni abbiamo costruito altre variabili: attraverso l'acronimo siamo risaliti all'area di ricerca e al Programma Quadro di riferimento e, conoscendo il tipo di istituzione abbiamo classificato i contraenti universitari rispetto a quelli provenienti da altre organizzazioni.

L'analisi della partecipazione italiana a livello regionale è stata realizzata utilizzando le informazioni sui soli contraenti principali. La scelta dei contraenti principali è stata dettata da diversi motivi. Per prima cosa il contraente principale ha caratteristiche e funzioni «speciali» rispetto agli altri partner. Il primo contraente deve infatti possedere competenze scientifiche, tecnologiche ed organizzative maggiori degli altri partecipanti in quanto è responsabile della definizione delle linee guida del progetto di ricerca e del coordinamento del *network* di istituzioni e ricercatori coinvolti. In secondo luogo, la banca dati Cordis non fornisce informazioni sul ruolo specifico dei contraenti diversi dal primo e dei sub-contraenti. Non è stato possibile, quindi, identificare le loro funzioni nel *network*. Il livello di coinvolgimento dei contraenti può essere infatti molto vario: un'istituzione può avere un ruolo marginale nel progetto, ma ricoprire ufficialmente la stessa posizione degli altri. Durante il Terzo Programma Quadro, ad esempio, al fine di aumentare la probabilità di ricevere il finanziamento comunitario attraverso il perseguimento dell'obiettivo di coesione postulato dalla Commissione Europea, non era insolito inserire istituzioni localizzate nelle regioni più svantaggiate, il cui contributo reale era generalmente molto limitato. Cordis

³² In alcuni casi le informazioni contenute in Cordis non sono complete. Mancano ad esempio il 13,7% dei dati sulla durata dei progetti, l'1,5% dei dati sulla localizzazione geografica delle istituzioni italiane e lo 0,2% dei dati sul paese di provenienza di quelle straniere.

non differenzia neanche tra contraenti e sub-contraenti, il che aumenta ulteriormente la probabilità di non rilevare l'eterogeneità dei partner. Una misura sufficientemente accurata del ruolo e del contributo dei vari contraenti sarebbe il finanziamento ricevuto da ciascuno. Tale informazione non è però disponibile in Cordis. Si è allora deciso di considerare unicamente le partecipazioni dei contraenti principali in quanto soggetti con caratteristiche più omogenee.

Per analizzare la partecipazione ai programmi Brite-Euram I e Brite-Euram II abbiamo utilizzato una seconda banca dati³³ costruita sulla base delle informazioni disponibili presso la DG XII della Commissione delle Comunità Europee. Abbiamo estratto da tale banca dati le informazioni sui contratti che coinvolgono almeno un contraente italiano all'interno dei programmi Brite-Euram I e Brite-Euram II. Per ciascuno dei contratti (107 e 119 rispettivamente nei due Programmi Quadro), abbiamo: il titolo del progetto, la durata del contratto, il costo e il contributo erogato dalla Commissione delle Comunità Europee, il nome e la provenienza geografica dei partecipanti e la loro posizione nel *network* (contraente principale, secondario, e così via). La banca dati non fornisce informazioni sul tipo di istituzione partecipante (grande impresa, piccola e media impresa, università, istituto di ricerca, ecc.) e sulla sua dimensione.

Infine, per l'analisi della partecipazione delle università ai Programmi Quadro, è stata utilizzata una terza banca dati. Le università italiane sono state selezionate da una banca dati che raccoglie l'intera popolazione delle università europee (379 istituzioni).³⁴ Le abbiamo classificate seguendo la classificazione nazionale ufficiale e due altre fonti – *International Handbook of Universities* 1991; 1993 e *World of Learning* 1995. In caso di discrepanza tra la classificazione nazionale e queste ultime, l'istituzione è stata classificata come università se autorizzata a gestire dottorati di ricerca. Per ogni università, oltre alla localizzazione geografica, abbiamo le seguenti informazioni: anno di fondazione, numero dei docenti di tutte le categorie (ricercatori e professori) e quello degli studenti a tempo pieno nel 1992 [fonte: MURST], numero di volte che l'istituzione ha preso parte ad un progetto di ricerca e sviluppo dell'Unione Europea nel Primo, Secondo, Terzo e Quar-

³³ Si veda Garcia-Fontes e Geuna [1998] per la descrizione della banca dati.

³⁴ Si veda Geuna [1996] per la descrizione della banca dati.

to Programma Quadro e numero di pubblicazioni realizzate da docenti associati ad una università [fonte: *Science Citation Index*, CD-ROM version, ISI 1993].³⁵ Per quanto riguarda la partecipazione italiana, questa banca dati è stata completata con le informazioni di Cordis.

Appendice 2. *Classificazione delle aree di ricerca dei Programmi Quadro.*

Al fine di analizzare la partecipazione italiana ai Quattro Programmi Quadro nelle diverse aree di ricerca abbiamo costruito una classificazione per settori omogenei. Nonostante la Commissione Europea abbia anch'essa prodotto una simile classificazione (si veda la tabella 3) non è stato possibile utilizzarla nella nostra analisi in quanto la Commissione non ha fornito informazioni rispetto al contenuto preciso delle classi.

I programmi «Tecnologie dell'informazione», «Meteorologia ed ambiente» e «Tecnologie dei trasporti» compaiono sia nella nostra classificazione che in quella ufficiale della Commissione Europea. Diversamente, la classe «Tecnologie industriali e dei materiali» della classificazione europea è stata suddivisa nella nostra classificazione nelle aree «Tecnologie industriali e dei materiali», «Materiali grezzi e riciclaggio» e «Measurement and testing». Le voci «Energia nucleare» ed «Energia non nucleare e alternativa» corrispondono alla più generale classe «Energia» nella classificazione della Commissione. Infine, mentre la classificazione della Commissione conclude con la classe «Tecnologie e scienze della vita», la nostra classificazione distingue ulteriormente tra «Ricerca agro-industriale», «Biotecnologie» e «Medicina e salute». I programmi in tema di «Cooperazione scientifica e tecnologica», «Cooperazione con paesi terzi», «Educazione e training» sono stati esclusi dalla classificazione e dalle elaborazioni. Quello che segue è l'elenco dei programmi specifici contenuti in ognuna delle aree di ricerca da noi considerate. A questo proposito è necessaria una precisazione. I due program-

³⁵ Tale calcolo è stato realizzato utilizzando il metodo del conto degli autori. Tale metodo impone delle distorsioni a vantaggio delle discipline in cui è comune la pratica degli «articoli a più firme».

mi specifici FAR e MAST sono sulla ricerca marina e ittica. La classificazione ufficiale della Commissione delle Comunità Europee non prevedeva un'area di ricerca che raccogliesse temi di questo tipo e non dava indicazioni sulla loro inclusione in una delle altre classi. Per decidere dove inserire FAR e MAST nella nostra classificazione abbiamo fatto riferimento alle informazioni di Cordis. Dal momento che nei programmi MAST gran parte della ricerca è sulle tematiche ambientali, abbiamo deciso di classificarli nell'area «Meteorologia ed ambiente». Nel caso di FAR, essendo gran parte della ricerca nel «Food», abbiamo ritenuto appropriato classificarlo insieme agli altri programmi sulla ricerca agro-industriale.

Tecnologie dell'informazione: Esprit1, Esprit2, Esprit3, Esprit4, Acts, Race1, Race2, Aim1, Aim2, Ora, Impact1, Impact2, Tedis1, Telematics2C, Essi1, Essi2, TelmatrepC, Libraries, Lre, Ens.

Meteorologia ed ambiente: Bcr4; Climat3C; Mast1; Mast2; Mast3; Envprot4C; Env2C; Life1; Env1C; Env2C; Step; Ecsc-Workenv5C; Ecsc-WorksafeC; Epoch; TechhazC.

Tecnologie dei trasporti: Drive1; Drive2; Transport; Euret.

Tecnologie industriali e dei materiali: Brite; Euram; Brite-Euram1; Brite-Euram2; Brite-Euram3; Aero0C; Aero1C; Craft; Decom2C; Decom3C; Sprint1; Ecsc-Steeldem2C; Ecsc-Steeldem3C; Ecsc-SteelC; Ecsc-Steelres7C; Ecsc-Steelres8C; Ecsc-Ergonom5C; Ecsc-Ergonom6C; Ecsc-Coalers7C; TsmeC.

Materiali grezzi e riciclaggio: Rawmat3C; MatrecC; Reward.

Measurement and testing: Doses; Smt.

Energia nucleare: Radprot6C; Radprot7C; Radwastom3C; Radwastom4C; Nfs1; Nfs2; CosuC; Teleman; Fusion12C.

Energia non nucleare e alternativa: Thermie1; Save1; Save2; Hydrocarb2C; Joule1; Joule2; Joule/Thermie; EndemoC; Enno-nuc3C; Rena.

Ricerca agro-industriale: Camar; Agrires3C; Air; Fair; Forest; Far; Eclair; Flair. *Bioteχνologie:* Bap; Bridge; Biotech1; Biotech2.

Medicina e salute: Biomed1; Biomed2; Mhr4C; Tide0; Tide1; HumgenC; Ecsc-Medres5C.

Tabella 1. *Partecipazioni al Primo, Secondo e Terzo Programma Quadro.*

| | 1°PQ | | 2°PQ | | 3°PQ | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Probit | Truncated | Probit | Truncated | Probit | Truncated |
| LL | -19,69 | -24,44 | -13,67 | -33,99 | -8,57 | -39,51 |
| Costante | -5,337 (0,03) | -3,094 (0,00) | -5,047 (0,13) | -1,830 (0,06) | -4,626 (0,31) | -2,691 (0,01) |
| Ln TOTRIC | 0,952 (0,01) | 0,711 (0,00) | 1,013 (0,04) | 0,614 (0,00) | 0,974 (0,15) | 0,804 (0,00) |
| Ln SCIPRO | 0,274 (0,50) | 0,326 (0,19) | 0,408 (0,88) | 0,426 (0,06) | 0,29E-01 (0,06) | 0,420 (0,05) |
| No. obs. | 44 | 31 | 44 | 37 | 44 | 41 |
| No. obs > 0 | 32 | 32 | 37 | 37 | 41 | 41 |

Tabella 2. *Partecipazioni al Quarto Programma Quadro e Totale Partecipazioni.*

| | Totale PQ | |
|-------------|---------------|---------------|
| | 4°PQ Tobit | Tobit |
| LL | -44,79 | -48,15 |
| Costante | -2,940 (0,00) | -2,792 (0,01) |
| Ln TOTRIC | 0,773 (0,00) | 0,932 (0,00) |
| Ln SCIPRO | 0,315 (0,08) | 0,411 (0,03) |
| No. obs. | 44 | 44 |
| No. obs > 0 | 42 | 43 |

Riferimenti bibliografici

- Acard, *Exploitable areas of science*, London, HMSO, 1986.
- Acs, Z. J. e Audretsch, D. B., *Innovation and small firms*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1990.
- Acs, Z. J., Audretsch, D. B. e Feldman, M., «R&D spillovers and recipient firm size» in *Review of economic and statistics*, 76 (2), 1994.
- Adams, J., «Fundamental stocks of knowledge and productivity growth» in *Journal of political economy*, 98, 1990.
- Alderson, A. S., «Globalization and deindustrialization: direct investment and the decline of manufacturing employment in 17 OECD nations» in *Journal of world-system research*, 3, 1997.
- Allemand, M. L., «Esempi di parchi e tecnopoli nel mondo», in M. Lacave e S. Foresti, *Parchi, Tecnopolis, Tecnoreti. Strumenti per le piccole e medie imprese*, Milano, Edizioni del Sole 24 Ore, 1997.
- Allen, J., «Science parks and regional development in the UK», relazione presentata alla V World Conference on Science Parks, Rio de Janeiro, 29-31 ottobre 1996.
- Allen, R. C., «Collective invention» in *Journal of economic behavior and organization*, 4, 1983.
- Andersen, B., Metcalfe, J. S. e Tether, B., «Innovation systems as instituted economic processes», mimeo, CRIC, University of Manchester, 1998.
- Antonelli, C., *Cambiamento tecnologico e teoria dell'impresa*, Torino, Loescher, 1982.

Riferimenti bibliografici

- , *L'attività innovativa in un distretto tecnologico*, Torino, Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli, 1986a.
- , «Technological districts and regional innovation capacity» in *Revue d'économie regionale et urbaine*, 5, 1986b.
- , «The determinants of the distribution of innovative activity in a metropolitan area. The case of Turin» in *Regional studies*, 21, 1987.
- (a cura di), *New information technology and industrial change*, Norwell (Mass.), Kluwer Academic Publishers, 1988.
- , «Induced adoption and externalities in the regional diffusion of new information technology» in *Regional studies*, 24, 1990.
- (a cura di), *The economics of information networks*, Amsterdam, Elsevier, 1992.
- , *The economics of localized technological change and industrial dynamics*, Norwell (Mass.), Kluwer Academic Publishers, 1995a.
- , *Economia dell'innovazione*, Roma-Bari, Laterza, 1995b.
- , «Localized knowledge percolation processes and information networks» in *Journal of evolutionary economics*, 6, 1996.
- , *The microdynamics of technological change*, London, Routledge, 1999.
- Antonelli, C., Buran, P. e Lanzetti, R., *L'industria della ricerca*, Torino, IRES, 1989.
- Antonelli, C., Geuna, A. e Steinmueller, W. E., «Information and communication technologies and the production, distribution and use of knowledge» in *International journal of technology management*, 1999.
- Antonelli, C. e Pennacchi, L. (a cura di), *Politiche dell'innovazione e sfida europea*, Milano, Franco Angeli, 1989.
- Antonelli, C., Petit, P. e Tahar, G., *The economics of industrial modernization*, Cambridge, Academic Press, 1992.
- Antonelli, G. e De Liso, N. (a cura di), *Economics of structural and technological change*, London, Routledge, 1997.
- Archibugi, D., Cesaratto, S. e Sirilli, G., «Attività innovativa, R&S

- e brevetti: un'analisi dei risultati dell'indagine CNR-Istat sulla diffusione dell'innovazione» in *L'industria*, 4, 1987.
- , «Fonti delle conoscenze tecnologiche e organizzazione industriale: una riconsiderazione critica» in *Rivista di politica economica*, 2, 1988.
- Archibugi, D., Cohendet, P., Kristensen, A. e Schäffer, K. A., *Evaluation of the community innovation survey*, IKE Group, Aalborg, Sprint/Eims Report, 1995.
- Archibugi, D., Evangelista, R., Perani, G. e Rapiti, F., «L'innovazione nelle imprese italiane: un'analisi dei risultati dell'indagine Istat» in *Economia e politica industriale*, 89, 1996.
- Archibugi, D., Evangelista, R. e Pianta, M., «Forze e debolezze del sistema innovativo italiano» in *Economia e politica industriale*, 79, 1993.
- Archibugi, D., Evangelista, R. e Simonetti, R., «La definizione e misurazione delle innovazioni di prodotto e processo» in *L'industria*, 2, 1994.
- Archibugi, D., Evangelista, R. e Simonetti, R., «Concentration, firm size and innovation. Evidence from innovation costs» in *Technovation*, 15, 1995.
- Archibugi, D., Howells, J. e Michie, J. (a cura di), *Innovation systems in a global economy*, Cambridge, Cambridge University Press, 1999.
- Archibugi, D. e Imperatori, G. (a cura di), *Economia globale e innovazione*, Roma, Donzelli, 1997.
- Archibugi, D. e Pianta, M., *The technological specialization of advanced countries*, Boston (Mass.), Kluwer Academic Publishers, 1992.
- Archibugi, D. e Pianta, M., «Measuring technological change through patents and innovations surveys» in *Technovation*, 16, 1996.
- Archibugi, D. e Santarelli, E. (a cura di), *Cambiamento tecnologico e sviluppo industriale*, Milano, Franco Angeli, 1990.
- Arora, A., David, P. A. e Gambardella, A., «Reputation and competence in publicly funded science» in *Les annales d'économie et*

Riferimenti bibliografici

- de statistiques*, numéro exceptionnel: *The economics and econometrics of innovation* (a cura di J. Mairesse et al.), 1998.
- Arora, A. e Gambardella, A., «Internal knowledge and external linkages: theoretical issues and an application to biotechnology» in *Journal of industrial economics*, 38, 1990.
- , «The changing technology of technological change. General and abstract knowledge and the division of innovative labour» in *Research Policy*, 23 (5), 1994.
- , «Public policy towards science: picking the star or spreading wealth?» in *Revue d'économie industrielle*, 79, 1997.
- Arora, A., Gambardella, A. e Rullani, E., «Division of labour and the locus of inventive activity» in *Journal of management and governance*, 1, 1997.
- Arrow, K. J., «Economic welfare and the allocation of resources for invention» in R. R. Nelson (a cura di), *The rate and direction of inventive activity: economic and social factors*, Princeton (N. J.), Princeton University Press for N.B.E.R., 1962.
- , «Classificatory notes on the production and transmission of technical knowledge» in *American economic review P&P*, 59, 1969.
- , «Methodological individualism and social knowledge» in *American economic review P&P*, 84, 1994.
- , «Technical information and industrial structure» in *Industrial and corporate change*, 5, 1996.
- Atkinson, A. B. e Stiglitz, J. E., «A new view of technological change» in *Economic journal*, 79, 1969.
- Baccanti, M., «The soft choice: Centuria Science & Technology Park and its strategy of networking, communication flow enhancement, intangible assets management and competence coordination», relazione presentata alla XIV IASP World Conference on Science and Technology Parks, Trieste, 16-19 giugno 1997.
- Bach, L., *Evaluation pilote des effets économiques des programmes HPCN (I et II) – Esprit, Beta*, Strasbourg, Université Pasteur, 1997.
- Balcer, G., *L'economia italiana. Evoluzione, problemi e paradossi*, Milano, Feltrinelli, 1997.

- Baldwin, W. L. e Scott, J. T., *Market structure and technological change*, Chichester, Harwood, 1987.
- Bandera, J. E., «Baden-Württemberg's model for technology transfer», relazione presentata alla XIV IASP World Conference on Science and Technology Parks, Trieste, 16-19 giugno 1997.
- Barbetta, G., Piga, C. e Vivarelli, M., «Il fenomeno dei gruppi di imprese in Italia» in *Quaderni di politica industriale*, Mediocredito Centrale, 6, 1996.
- Barbieri, M., *Tecnopolis. Una storia d'impresa*, Milano, Edizioni del Sole 24 Ore, 1995.
- Barca, F., Bianco, M., Cannari, L., Cesari, R., Gola, C., Manitta, G., Salvo G. e Signorini, L. F., *Assetti proprietari e mercato delle imprese*, Bologna, Il Mulino, 1995.
- Becattini, G. (a cura di), *Mercato e forze locali: il distretto industriale*, Bologna, Il Mulino, 1987.
- Beer, J. J., *The emergence of the German dyestuffs industry*, Urbana (Mi.), Urbana University Press, 1959.
- Ben-David, J., *Centers of learning: Britain, France, Germany, United States*, New York (N. Y.), Mc Graw-Hill, 1977.
- Beniger, J. R., *The control revolution: technological and economic origins of the information society*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1986.
- Berle, A. A. e Means, G. C., *Società per azioni e proprietà privata*, Torino, Einaudi, 1966.
- BGP Consulting Progetti, *The impact on Italy of European Community support for research and technological development*, relazione finale sullo studio condotto per conto della DG XII della Commissione delle Comunità Europee, contratto numero STRIO20, 1993.
- Boitani, A. e Ciciotti, E. (a cura di), *Innovazione e competitività nell'industria italiana*, Bologna, Il Mulino, 1992.
- Branscomb, L. M., *Empowering technology*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1993.

Riferimenti bibliografici

- Braun, D., *Structure and dynamics of health research and public funding*, Dordrecht, Kluwer, 1994.
- Breschi, S., «La dimensione spaziale del mutamento tecnologico: una proposta interpretativa» in *Economia e politica industriale*, 86, 1995.
- Breschi, S. e Mancusi, M. L., «Il modello di specializzazione tecnologica dell'Italia: un'analisi basata sui brevetti europei» in D. Archibugi e G. Imperatori (a cura di), *Economia globale e innovazione*, cit.
- Bresnahan, T. e Gambardella, A., «The division of inventive labour and the extent of the market» in E. Helpman (a cura di), *General purpose technologies and economic growth*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1998.
- Brouwer, E. e Kleinkecht, A., «Measuring the unmeasurable: a country's non-R&D expenditure on product and service innovation» in *Research policy*, 8 (25), 1997.
- Brusco, S., «The Emilian model. Productive decentralisation and social integration» in *Cambridge journal of economics*, 6, 1982.
- Byrne, P., «The national Technological Park: an overview», relazione presentata al convegno Science and technology parks: global experience and the Irish practice, Limerik, 2 novembre 1995.
- Cainarca, G. C., Colombo, M. G. e Mariotti, S., «La dinamica diffusiva dell'automazione flessibile» in *Economia e Lavoro*, 1, 1988.
- Callon, M., «Reseaux technico-économiques et irréversibilité» in R. Boyer, B. Chavance e O. Godard (a cura di), *Les figures de l'irréversibilité en économie*, Paris, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 1991.
- , «Is science a public good?» in *Science, technology and human values*, 19, 1994.
- Cantwell, J. A., *Technological innovation and multinational corporations*, Oxford, Blackwell, 1989.
- Cappellin, R., «Strategie di sviluppo regionale nel Mezzogiorno: il ruolo dei parchi tecnologici», in R. Cappellin e A. Tosi (a cura

- di), *Politiche innovative nel Mezzogiorno e parchi tecnologici*, Milano, Franco Angeli, 1993.
- Caracostas, P. e Maldur, U., *Society, the endless frontier*, Luxembourg, European Community, 1998.
- Carlsson, B. (a cura di), *Technological systems and economic performance: the case of factory automation*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1995.
- (a cura di), *Technological systems and industrial*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1997.
- Carlsson, B. e Eliasson, G., «The nature and importance of economic competence» in *Industrial and corporate change*, 3, 1994.
- Carlsson, B. e Stankiewicz, R., «On the nature, function and composition of technological systems» in *Journal of evolutionary economics*, 1, 1991.
- Carter, C. e Williams, B., «Government science policy and the growth of the British economy» in *Manchester School*, 32, 1964.
- Cesaratto, S. e Mangano, S., «Technological profiles and economic performance in the Italian manufacturing sector» in *Economics of innovation and new technology*, 2, 1993.
- Cesaratto, S., Mangano, S. e Massini, S., «New dimensions on division of labour: the case of Italy (1981-1985)» in C. De Bresson (a cura di), *Economic interdependence and innovative activity*, cit.
- Cesaratto, S., Mangano, S. e Sirilli, G., «The innovative behaviour of Italian firms: a survey on technological innovation and R&D» in *Scientometrics*, 21 (1), 1991.
- Cesaratto, S. e Stirati, A., «The economic consequences of innovations in Italian manufacturing firms: theory and explorative results from the community innovation survey» in *Studi economici*, 60, 1996.
- Cesena Informa*, «Centuria: dalle parole ai fatti», marzo 1995.
- CESPRI, *Cambiamenti nella struttura industriale lombarda e politiche regionali per l'innovazione tecnologica*, Rapporto di ricerca, Milano, Università Bocconi, 1997.

Riferimenti bibliografici

- Chandler, A. D., *Scale and scope: the dynamics of industrial capitalism*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1990.
- , «Organizational capabilities and the economic history of industrial enterprise» in *Journal of economic perspectives*, 6, 1992.
- Charles, D., Hayward, S. e Thomas, D., «Science parks and regional technology strategies. European experiences» in *Industry & higher education*, 9, 1995.
- Ciborra, C., *Teams markets and systems. Business innovation and information technology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993.
- Clark, B. R., *Places of inquiry. Research and advanced education in modern universities*, Berkeley (Ca.), University of California Press, 1995.
- CNR, Istituto di studi sulla ricerca e documentazione scientifica, *Quaderni*, 1993.
- Cockburn, I., Henderson, R., Orsenigo, L. e Pisano G. P., «The determinants of research productivity in pharmaceutical and biotechnology: implications for public policy» relazione presentata alla *STEP Board Conference on technological and non-technological factors in industry performance*, Washington (D. C), dicembre 1997.
- Cohen, W. M., «Empirical studies of innovative activities» in P. Stoneman (a cura di), *Handbook of the economics of innovation and technological change*, cit.
- Cohen, W. M., Florida, R. e Goe, R., «University-industry research centers in the United States», relazione tecnica, Center for economic development, Pittsburgh (Penn.), Carnegie-Mellon University, 1994.
- Cohen, W. M. e Levin, R. C., «Empirical studies of innovation and market structure» in R. Schmalensee e R. D. Willig (a cura di), *Handbook of industrial organization*, cit.
- Cohen, W. M. e Levinthal, D., «Innovation and learning: the two faces of R&D» in *Economic Journal*, 99, 1989.
- Commissione delle Comunità Europee, *EC research funding. A guide for applicants*, Bruxelles, 1992a.

- Commissione delle Comunità Europee, *Brite-Euram: evaluation study of finished projects. Projects completed by december 1991*, EUR 14541, Bruxelles, 1992b.
- Commissione delle Comunità Europee, *A universe of possibilities: industrial and material technologies*, pacchetto informativo, Bruxelles, 1992c.
- Commissione delle Comunità Europee, *Evaluation of the Brite-Euram programme (1989-1992) - (areas 1 to 4)*, EUR 15070 EN, Bruxelles, 1993.
- Commissione delle Comunità Europee, *The European report on science and technology indicators 1994*, EUR 15897 EN, Bruxelles, 1994a.
- Commissione delle Comunità Europee, *Research and technological development achieving co-ordination through co-operation*, COM (94), 438, Bruxelles, 1994b.
- Commissione delle Comunità Europee, *Proposal for a council decision adopting a specific research and technological development programme in the field of material technologies*, Bruxelles, 1994c.
- Commissione delle Comunità Europee, *Evaluation of the economic effects of the programmes Euram, Brite and Brite-Euram I*, EUR 16877 EN, Bruxelles, 1996.
- Commissione delle Comunità Europee, *The European report on science and technology indicators 1997*, EUR 17639 EN, Bruxelles, 1997.
- Confindustria, *Repertorio delle convenzioni università-industria*, Roma, SIPI, 1997.
- Contini, B. e Revelli, R., *Imprese, occupazione e retribuzioni al microscopio*, Bologna, Il Mulino, 1992.
- Corriere della Sera*, «Vuoi volare? Premia i manager» (inchiesta di M. T. Cometto), 15.12.1997.
- Corsi, C., «Innovation technology transfer: a way for globalization development», relazione presentata alla XIV IASP World Conference on Science and Technology Parks, Trieste, 16-19 giugno 1997.

Riferimenti bibliografici

- Corti, E., «Strategies and operations to facilitate the growth of the SMEs competitiveness in developing areas: the role of technology parks», relazione presentata alla XIV IASP World Conference on Science and Technology Parks, Trieste, 16-19 giugno 1997.
- CRUI, *Dati universitari 1994-1995*, Roma, 1997.
- Cusumano, M., *Japan's software factories*, New York (N. Y.), Oxford University Press, 1991.
- Dabard, R., «Science parks and training» in *Technopolis International*, num. 22 Prestige, dicembre 1994.
- Dasgupta, P., «The economic theory of technology policy: an introduction» in P. Dasgupta e P. Stoneman (a cura di), *Economic policy and technological performance*, Cambridge, Cambridge University Press, 1987.
- Dasgupta, P. e David, P. A., «Information disclosure and the economics of science and technology» in G. Feiwel (a cura di), *Arrow and the ascent of modern economic theory*, New York (N. Y.), New York University Press, 1987.
- , «Knowledge property and the system dynamics of technological change» in *Proceedings of the World Bank annual conference on development economics*, Washington (D. C.), The World Bank, 1993.
- , «Positive feedbacks and research productivity in science: reopening another black box» in O. Granstrand (a cura di), *The economics of technology*, Amsterdam, Elsevier Science Publisher, 1994a.
- , «Toward a new economics of science» in *Research Policy*, 23, 1994b.
- , *Reputation and agency in the historical emergence of the institutions of the «Open Science»*, MERIT Research Memoranda, 2/94-006, Maastricht, Maastricht University, 1994c.
- David, P. A., *Technical choice innovation and economic growth*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975.
- , *Intellectual property institutions and the panda's thumb. Patents copyrights and trade secrets in economic theory and history*, Pa-

- lo Alto (Ca.), Stanford University, Center for Economic Policy Research, 1992.
- , «Knowledge property and the system dynamics of technological change» in *Proceedings of the World Bank annual conference on development economics*, Washington (D. C.), The World Bank, 1993a.
 - , «Path-dependence and predictability in dynamic systems with local network externalities: a paradigm for historic economics», in D. Foray e C. Freeman (a cura di), *Technology and the wealth of nations*, London, Pinter, 1993b.
 - , *Reputation and agency in the historical emergence of the institutions of the «Open Science»*, MERIT Research Memoranda, 2/94-006, Maastricht, Maastricht University, 1994.
- David, P. A. e Foray, D., «Assessing and expanding the science and technology knowledge base», *STI Review*, 16, 1995.
- David, P. A., Geuna, A. e Steinmueller, W. E., *Additionally as a principle of European R&D funding*, STOA Programme of the European Parliament - Luxembourg, MERIT Research Memoranda, 2/95-012, Maastricht, Maastricht University, 1995.
- Davis, S., Haltiwanger, J. e Schuh, S., *Job creation and destruction*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1996.
- De Bresson, C. (a cura di), *Economic interdependence and innovative activity*, Aldershot, Edward Elgar, 1996.
- De Vittori, R. e Tacchini, B., *Sophia Antipolis, tecnologia e anti-città. Storia di un esperimento urbanistico*, tesi di laurea, Politecnico di Milano, facoltà di Architettura, 1996.
- Del Santo, A. e Perani, G., «L'innovazione dei servizi in Italia: alcuni temi metodologici dell'indagine Istat», relazione presentata al seminario *L'innovazione nei servizi in Italia*, Roma, ISRDS-CNR, 29 maggio 1998.
- deLaat, B. e Larédo, P., «Foresight for research and technology policies: from innovation studies to scenario configuration» in R. Coombs, K. Green, A. Richards e V. Walsh (a cura di), *Technological change and organisation*, Aldershot, Edward Elgar, 1998.

Riferimenti bibliografici

- Delaune, J. Y., «Demeter innovation» in *Technopolis International*, num. 22 Prestige, dicembre 1994.
- Den Hertog, P. *et al.*, *Assessing the distribution power of national innovation systems. Pilot study: The Netherlands*, Apeldoorn, TNO, 1995.
- Di Bernardo, B. e Rullani, E., *Il management e le macchine*, Bologna, Il Mulino, 1990.
- Dosi, G., «Sources, procedures and microeconomic effects of innovation» in *Journal of economic literature*, 26, 1988.
- Dosi, G., Freeman, C. e Fabiani, S., «The process of economic development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and institutions» in *Industrial and corporate change*, 3, 1994.
- Dosi, G., Marengo L. e Fagiolo, G., *Learning in evolutionary environments*, Roma, Università La Sapienza, 1996.
- Edquist, C. (a cura di), *System of innovation: technologies, institutions and organisations*, London, Pinter, 1997.
- Eisenberg, R. S., *Intellectual property at the public-private divide: the case of large-scale DNA sequencing*, Detroit (Mi.), University of Michigan, 1996.
- ENEA, *L'Italia nella competizione tecnologica internazionale*, secondo rapporto, giugno 1998.
- Ergas, H., «Does technology policy matter?» in B. R. Guile e H. Brooks (a cura di), *Technology and global industry: companies and nations in the world economy*, Washington (D. C.), National Academy Press, 1987.
- Ethier, W., «National and international returns to scale in the modern theory of international trade» in *American economic review*, 72, 1982.
- Etzkowitz, H., «Knowledge as property: the MIT and the debate over academic patent policy» in *Minerva*, 4, 1994a.
- , «Academic-industry relations: a sociological paradigm for economic development» in *Evolutionary economics and chaos theory*, London, Pinter, 1994b.

- Etzkowitz, H. e Orsenigo, L., *Systems of industry-university relations in the USA and Europe*, mimeo, 1998.
- Etzkowitz, H. e Webster, A., *Academic-industry relations: the second academic revolution?* London, Science policy support group, 1991.
- Evangelista, R., «Embodied and disembodied innovative activities: evidence from the Italian innovation survey» in OECD 1996, cit.
- , *Knowledge and investment: the sources of innovation in industry*, Aldershot, Edward Elgar, 1999.
- Evangelista, R., Perani, G., Rapiti, F. e Archibugi, D., «Nature and impact of innovation in manufacturing industry: some evidence from the Italian innovation survey» in *Research policy*, 26, 1996.
- Evangelista, R., Sandven, T., Sirilli, G. e Smith, K., «Measuring innovation in European industry» in *International journal of the economics of business*, 5 (3), 1998.
- Evangelista, R. e Sirilli, G., «Innovation in the service sector. Results from the Italian statistical survey» in *Technology forecasting and social change*, 58, 1998a.
- , «L'innovazione tecnologica nei servizi e nell'industria manifatturiera in Italia», relazione presentata al seminario *L'innovazione nei servizi in Italia*, Roma, ISRDS-CNR, 29 maggio 1998b.
- Fabbro, S., «Planning science parks: uncertainty and territorial conceptualization», relazione presentata alla XIV IASP World Conference on Science and Technology Parks, Trieste, 16-19 giugno 1997.
- Faulkner, W., «Conceptualizing knowledge used innovation: a second look at the science-technology distinction and industrial innovation» in *Science, technology and human values*, 19, 1994.
- Feldman M. P., *The geography of innovation*, Boston (Mass.), Kluwer Academic Publishers, 1994.
- Ferrero, G., *Il marketing relazionale: l'approccio delle scuole nordiche*, Trieste, LINT, 1992.
- Filippini, C. (a cura di), *Innovazione tecnologica e servizi alle imprese*, Milano, Franco Angeli, 1991.

Riferimenti bibliografici

- Foray, D., «The economics of intellectual property rights» in J. Hagedoorn (a cura di), *Technical change and the world economy*, Aldershot, Edward Elgar, 1995.
- Foresti, S., «Le Tecnoreti», in M. Lacave e S. Foresti, *Parchi, Tecno-
polis, Tecnoreti. Strumenti per le piccole e medie imprese*, cit.
- Formica, P., *Tecnopoli. Luoghi e sentieri dell'innovazione*, Torino, Petrini, 1991.
- , *Mutanti aziendali. Imprese, centri di innovazione e parchi scientifici nell'era tecnologica*, Napoli, CUEN, 1994.
- Freeman, C., *Technology policy and economic performance*, London, Pinter, 1987.
- , «The economics of technical change» in *Cambridge journal of economics*, 18, 1994.
- , «The “National system of innovation” in historical perspective» in *Cambridge journal of economics*, 19, 1995.
- Freeman, C., Clark, C. e Soete, L., *Unemployment and technical innovation*, London, Frances Pinter, 1982.
- Freeman, C. e Soete, L., *The economics of industrial innovation*, London, Pinter, 1997³.
- Fuà, G. e Zacchia, C. (a cura di), *Industrializzazione senza fratture*, Bologna, Il Mulino, 1983.
- Galambos, L. e Sewell, A., *Network of innovators*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996.
- Galambos, L. e Sturchio, J., «The pharmaceutical industry in the twentieth century: a reappraisal of the sources of innovation» in *History and Technology*, 13, 1996.
- Galbraith, J., *Capitalismo americano*, Milano, Edizioni di Comunità, 1965.
- Gallouj, F., *Economie de l'innovation dans les services*, Paris, Editions L'Harmattan, 1994.
- Gambardella, A., *Science and innovation in the US pharmaceutical industry*, Cambridge, Cambridge University Press, 1995.

- Garcia-Fontes, W. e Geuna, A., «The dynamic of research networks in Europe» in A. Gambardella e F. Malerba (a cura di), *The organization of scientific and technical research in Europe*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998.
- Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea*, NC 186/51, 27.7.1990.
- Georghiou, L. (a cura di), «Special issue on socio-economic impacts of EC R&D» in *Research evaluation*, 2, 1992.
- , «The United Kingdom technology foresight programme» in *Futures*, 28, 1996.
- Georghiou, L. et al., *The impact of European Community policies for research and technological development upon science and technology in the United Kingdom*, relazione preparata per la DG XII della Commissione delle Comunità Europee e per l'Ufficio della scienza e della tecnologia, HMSO, London, 1993.
- Geroski, P., «Markets for technology: knowledge innovation and appropriability» in P. Stoneman (a cura di), *Handbook of the economics of innovation and technological change*, cit.
- Geuna, A., *University participation in community programmes*, MERIT Research Memoranda, 2, 1995.
- , «The participation of higher education institutions in community framework programmes» in *Science and public policy*, 23, 1996.
- , «Determinants of university participation in EU-funded R&D cooperative projects» in *Research Policy*, 26, 1998.
- , *The economics of knowledge production: funding and the structure of university research*, Aldershot, Edward Elgar, 1999.
- Giampaoli, A., *La programmazione finanziaria nelle imprese industriali*, Milano, CUSL, 1984.
- Gibbons, M. e Johnson, R., «The role of science in technological innovation» in *Research Policy*, 3, 1974.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwarzman, S., Scott, P. e Trow, M., *The new production of knowledge: the dynamics of research in contemporary societies*, London, Sage Publications, 1994.

Riferimenti bibliografici

- Gilardoni, A., *Le politiche tecnologiche delle imprese industriali*, Milano, Giuffrè, 1988.
- Gort, M. e Klepper, S., «Time path in the diffusion of product innovations» in *The economic journal*, 92, 1982.
- Green, K., Hull, R., Walsh, V. e McMeekin, A., «The construction of techno-economic: networks vs paradigms» in *CRIC Discussion Paper*, University of Manchester, 17, 1998.
- Griliches, Z., «Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth» in *Bell journal of economics*, 10, 1979.
- (a cura di), *R&D patents and productivity*, Chicago (Il.), N.B.E.R., 1984.
- , «Productivity R&D and the basic research at the firm level in the 1970s» in *American economic review*, 76, 1986.
- , «The search for R&D spillovers» in *Scandinavian journal of economics*, 94, 1992.
- Grossman, G. M. e Helpman, E., «Comparative advantage and long-run growth» in *American economic review*, 80, 1990.
- Guerrieri, P. e Pianta, M. (a cura di), *Tecnologia, crescita e occupazione*, Napoli, CUEN, 1998.
- Henderson, R., «The evolution of integrative capability: innovation in cardiovascular drug discovery» in *Industrial and corporate change*, 3, 1994.
- Henderson, R., Jaffe, A. e Trajtenberg, M., «Numbers up, quality down? Trends in university patenting 1965-1992», relazione presentata alla *CEPR Conference on University goals, institutional mechanisms and the industrial transferability of research*, Palo Alto (Ca.), Stanford University, 18-20 marzo 1994.
- Henderson, R., Orsenigo, L. e Pisano, G. P., «The pharmaceutical industry and the revolution in molecular biology: exploring the interactions between scientific, institutional and organizational change», in D. C. Mowery e R. R. Nelson (a cura di), *The sources of industrial leadership*, cit. (studio del 1996).

- Hiramatsu, M., «The outline of Oita technopolis project» in *Technopolis International*, num. 22 Prestige, dicembre 1994.
- Hirschleifer, J., «The private and social value of information and the reward to inventive activity» in *American economic review*, 61, 1971.
- Iammarino, S., Prisco, M. R. e Silvani, A., «On the importance of regional innovation flows in the EU: some methodological issues in the Italian case» in *Research Evaluation*, 5, 1995.
- , «La struttura regionale dell’innovazione» in *Economica e politica industriale*, 89, 1996.
- Iansiti, M. e West, J., «Technological integration: turning great research into great products» in *Harvard business review*, maggio-giugno 1997.
- Il Sole 24 Ore*, «Milano riparte da Tecnocity», 12.3.1994.
- , «Con Tecnopolis riparte l’alta tecnologia nel Sud», 8.6.1994.
- , «Parchi scientifici al Sud, tre mesi decisivi», 6.9.1995.
- , «Area Science Park, a Trieste la ricerca incontra le imprese», 31.10.1995.
- , «Il Piemonte lancia Tecnorete, network di 4 parchi scientifici», 22.10.1996.
- , «Le azioni soprattutto ai manager. Anche in Italia debutta la “mania” delle stock options» (inchiesta di A. Olivieri), 3.3.1998.
- Informatore Artigiano*, «Cesena, un parco scientifico-tecnologico per l’innovazione. Così lavora Centuria», ottobre 1995.
- Istat, «Indagine sull’innovazione tecnologica. Anni 1990-1992» in *Bollettino Istat*, 41 (2), giugno 1995.
- Italia Oggi*, 19.10.1996.
- Jaffee, A. B., «Technological opportunity and spillover of R&D: evidence from firms patents, profits and market value» in *American economic review*, 76, 1986.
- , «Real effects of academic research» in *American economic review*, 79, 1989.

Riferimenti bibliografici

- Jaffee, A. B., Trajtenberg, M. e Henderson, R., «Geographical localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations» in *Quarterly journal of economics*, 63 (3), 1993.
- Johnes, G., «Performance indicators in higher education: a survey of recent work» in *Oxford review of economic policy*, 8, 1992.
- Jones-Evans, D., Pandya, D., Klofsten, M. e Andersson, E., «Industrial liaison offices and academic-industry relationships. The case of Ireland», Pontypridd, University of Glamorgan Business School, 1998.
- Jorde, T. M. e Teece, D. J., «Innovation and cooperation: implications for competition and antitrust» in *Journal of economic perspectives*, 4, 1990.
- Kamien, M. I. e Schwartz, N. L., *Market structure and innovation*, Cambridge, Cambridge University Press, 1982.
- Kaplinsky, R., *The economies of small. Appropriate technology in a changing world*, London, IT Publications, 1990.
- Katz, M. L. e Shapiro, C., «Technology adoption in the presence of network externalities» in *Journal of political economy*, 94, 1986.
- Keller, A., «Has the science created technology?» in *Minerva*, 22, 1984.
- Kelley, M. R. e Arora, A., «The role of institution building in US industrial modernization programs» in *Research Policy*, 2, 1996.
- Kitch, E., «The nature and function of the patent system» in *Journal of law and economics*, 20, 1977.
- Klein, B. H., «The role of positive sum games in economic growth» in F. M. Sherer e M. Perlman (a cura di), *Entrepreneurship technological innovation and economic growth*, Ann Arbor (Mi.), University of Michigan Press, 1992.
- Kleinknecht, A., «Measuring R&D in small firms: how much are we missing?» in *Journal of industrial economics*, 36 (2), 1987.
- Kleinknecht, A. e Bain, D. (a cura di), *New concepts in innovation output measurement*, Houndmill, Macmillan, 1993.
- Kleinknecht, A. e Reijnen, J. O. N., «More evidence on the undercounting of small firm R&D» in *Research Policy*, 20, 1991.

- Klepper, S., «Entry, exit, growth and innovation over the product life cycle» in *The American economic review*, 86 (3), 1996.
- Klepper, S. e Graddy, E., «The evolution of new industries and the determinants of market structure» in *Rand journal of economics*, 21 (1), 1990.
- Klepper, S. e Simons, K. L., «Technological change and industry shakeouts», relazione presentata all'*International Schumpeter Society Conference*, Munster, 17-20 agosto, 1994.
- Klevorick, A. K., Levin, R. C., Nelson, R. R. e Winter, S. G., «On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities» in *Research Policy*, 24, 1995.
- Kline, S. J. e Rosenberg, N., «An overview of innovation» in R. Landau e N. Rosenberg (a cura di), *The positive sum strategy: arnessing technology for economic growth*, cit.
- Krugman, P., *Geography and trade*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1991.
- Lacave, M. e Foresti, S., *Parchi, Tecnopoli, Tecnoreti. Strumenti per le piccole e medie imprese*, Milano, Edizioni del Sole 24 Ore, 1997.
- Lafitte, P., «Quartier latin des champs» in *Le Monde*, 1.10.1960.
- Lamberton, D. (a cura di), *Economics of information and knowledge*, Harmondsworth, Penguin, 1971.
- Lamoreaux, N. e Galambos, L., *Understanding innovation in the pharmaceutical industry*, 1997, studio non pubblicato.
- Landau, R. e Rosenberg, N. (a cura di), *The positive sum strategy: arnessing technology for economic growth*, Washington (D. C.), National Academy Press, 1986.
- Landes, D., *The unbound Prometheus: technological and industrial development in western Europe from 1950 to the present*, Cambridge, Cambridge University Press, 1969.
- Langlois, R. N. e Robertson, P. L., «Networks and innovation in a modular system: lessons from the microcomputer and stereo component industries» in *Research Policy*, 21, 1992.

Riferimenti bibliografici

- , *Firms, markets and economic change*, London, Routledge, 1995.
- Langrish, J., Gibbons, M., Evans, W. e Jevons, F., *Wealth from knowledge*, London, Macmillan, 1972.
- Larédo, P., *The impact of community research programmes in France*, Paris, Presse de l'École des Mines, 1995.
- Layton, E. T., «Through the looking glass or news from lake mirror image» in *Technology and culture*, 15, 1987.
- Lazonick, W e West, J., «Organizational integration and competitive advantage: explaining strategy and performance in American industry» in *Industrial and corporate change*, 4, 1995.
- Leonard-Barton, D., *Wellsprings of knowledge*, Boston (Mass.), Harvard Business School Press, 1995.
- Levin, R. C., Klevorick, A. K., Nelson, R. R. e Winter, S. G., «Appropriating the returns from industrial research and development» in *Brooking papers on economic activity*, 3, 1987.
- LOAD, Organo ufficiale del Parco Scientifico e Tecnologico di Salerno, 3, 11, gennaio-febbraio 1997.
- Loasby, B. J., *Understanding markets*, University of Sterling, Dept. of Economics, 1994.
- , *The organization of capabilities*, University of Sterling, Dept. of Economics, 1995.
- Lucarelli, E., «Parchi scientifici e tecnologici: nuove proposte per la finanza e per il marketing», tesi di laurea, Università di Urbino, facoltà di Economia, 1998.
- Luger, M. I., «The appropriateness of STP's models for regions with different economic development capacities and needs» in G. de Gaetano e H. Logue (a cura di), *Ricerca e sviluppo tecnologico nelle regioni del Mezzogiorno: ruolo dei parchi scientifici in un contesto europeo*, Commissione Europea – DG XII, Bruxelles, 1995.
- Luger, M. I. e Goldstein, H. A., *Technology in the garden. Research parks & regional economic development*, Chapel Hill (N. C.), University of North Carolina Press, 1991.

- Lundvall, B. Å., *Product innovation and user-producer interaction*, Aalborg, Aalborg University Press, 1985.
- (a cura di), *National systems of innovation: towards a theory of innovation interactive learning*, London, Pinter, 1992.
- Lundvall, B. Å. e Johnson, B., «The learning economy» in *Journal of industry studies*, 2, 1994.
- Machlup, F., *The production and distribution of knowledge in the United States*, Princeton (N. J.), Princeton University Press, 1962.
- Machlup, F. e Penrose, E., «The patent controversy in the nineteenth century» in *Journal of economic history*, 10, 1950.
- Maglione, R., «Parchi scientifici e processi innovativi» in *Economia e politica industriale*, 48, 1985.
- Maglione, R. e Romano, M., «Parchi scientifici come strumento di politica regionale per l'innovazione» in *Diritto e Economia*, 2-3, 1991.
- Malerba, F., «Learning by firms and incremental technical change» in *Economic Journal*, 102, 1992.
- , «Italy», in R. R. Nelson (a cura di), *National systems of innovation: a comparative study*, cit.
- , *Research interfaces in Europe: the role of innovation systems, institutional architectures and technological competencies*, 1994.
- , «Schumpeterian patterns of innovation» in *Cambridge journal of economics*, 19, 1995.
- Malerba, F. e Orsenigo, L., «L'accumulazione delle capacità tecnologiche nell'industria italiana (1969-1984)» in C. Filippini (a cura di), *Innovazione tecnologica e servizi alle imprese*, cit.
- Mansfield, E., «How rapidly does new industrial technology leak out» in *Journal of industrial economics*, 34, 1985.
- , «Academic research and industrial innovation» in *Research Policy*, 20, 1991.
- Mansfield, E. e Lee, J. Y., «The modern university: contributor to industrial innovation and recipient of industrial R&D support» in *Research Policy*, 25, 1996.

Riferimenti bibliografici

- Marris, R., *The economic theory of «managerial» capitalism*, London, Macmillan, 1964.
- Marshall, A., *Principles of economics*, London, Macmillan, 1890 (VIII ed. 1920), trad. it. *Principi di economia*, a cura di A. Campolongo, Torino, UTET, 1972.
- , *Industry and trade*, London, Macmillan, 1919, trad. it. *Industria e commercio* in G. Masci (a cura di), *Organizzazione industriale*, Torino, 1934.
- Martin, B. R. e Irvine, J., «Assessing basic research: some partial indicators of scientific progress in radio-astronomy» in *Research Policy*, 12, 1983.
- Massey, D., Quintas, P. e Wield, D., *High-tech fantasies. Science parks in society, science and space*, London, Routledge, 1992.
- Mattioli, E. e Sterlacchini, A., «Fonti e risultati dell'attività innovativa nell'industria italiana: un'analisi settoriale» in *Quaderni di ricerca*, Università degli Studi di Ancona, 1997.
- Mazzoleni, R. e Nelson, R. R., *Economic theories about the benefits and costs of patents*, mimeo, 1998a.
- , «The benefits and costs of strong patent protection: a contribution to the current debate» in *Research Policy*, 27, 1998b.
- Merges, R. P. e Nelson, R. R., «On limiting or encouraging rivalry in technical progress: the effects of patent scope decisions» in *Journal of economic behavior and organization*, 25, 1994.
- Merton, R. K., «The Matthew effect in science» in *Science*, 159, 1968.
- Metallo, G. e Pencarelli, T., *I circuiti finanziari tra localismi e globalizzazione. Verso un'integrazione*, Milano, Giuffrè 1995.
- Metcalfe, J. S., «The economic foundation of technological policy: equilibrium and evolutionary perspectives» in P. Stoneman (a cura di), *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Oxford, Blackwell, 1995a.
- , «Technology systems and technology policy in an evolutionary framework» in *Cambridge journal of economics*, 19, 1995b.

- , *Evolutionary economics and creative destruction*, London, Routledge, 1997.
- Metcalf, J. S. e DeLiso, N., «Innovation capabilities and knowledge: the epistemic connection» in R. Coombs, K. Green, A. Richards e V. Walsh (a cura di), *Technological change and organization*, Aldershot, Edward Elgar, 1998.
- Metcalf, J. S. e Georghiou, L., «Equilibrium and evolutionary foundation of technology policy» in *Science, technology, industry review*, OECD, 22, 1998.
- Miles, I. et al., *Knowledge-intensive business services*, Bruxelles, EIMS Publication, 5, 1995.
- Milgrom, P. e Roberts, J., *Economics, organization and management*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1991.
- Ministero dell'Università e della Ricerca scientifica e tecnologica (MURST), *Rapporto sulla Ricerca scientifica e tecnologica in Italia*, Roma, 1992.
- Mintzberg, H., *La progettazione dell'organizzazione aziendale*, Bologna, Il Mulino, 1985 (ed. or. *Structure in fives. Designing effective organizations*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1983).
- Moed, H. F. et al., «The use of bibliometric data for the measurement of university research data» in *Research Policy*, 34, 1985.
- Mokyr, J., *The lever of riches: technological creativity and economic progress*, Oxford, Oxford University Press, 1990.
- Mowery, D. C., «The relationship between contractual and interfirm forms of industrial research in American manufacturing 1900-1940» in *Explorations in economic history*, 20, 1983.
- , «Collaborative ventures between US and foreign manufacturing firms» in *Research Policy*, 18, 1989.
- , «The boundaries of the US firm in R&D» in N. R. Lamoreaux e D. M. G. Raff (a cura di), *Coordination and information. Historical perspectives on the organization of enterprise*, Chicago (Il.), University of Chicago Press for NBER, 1995.
- , «Market failure or market magic? Structural change in the US national innovation system», relazione presentata al convegno

Riferimenti bibliografici

- OECD *Best practices in technology and innovation policy*, 30-31 maggio 1997.
- Mowery, D. C. e Nelson, R. R., «The sources of industrial leadership» in D. C. Mowery e R. R. Nelson (a cura di), *The sources of industrial leadership*, Oxford, Oxford University Press, 1998.
- Mueller, D. C. e Tilton, J., «Research and development costs as barriers to entry» in *Canadian journal of economics*, 4, 1969.
- MURST, *Parchi scientifici e tecnologici. Progettazione, realizzazione, gestione e sviluppo*, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 1992.
- , *Il programma di intervento per la realizzazione di una rete di parchi scientifici e tecnologici nel Mezzogiorno*, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 1994.
- Nelson, R. R., «The simple economics of basic scientific research» in *Journal of political economy*, 67 (2), 1959.
- , *Understanding technological change as an evolutionary process*, Amsterdam, North Holland, 1987.
- , «Capitalism as an engine of progress» in *Research Policy*, 19, 1990.
- (a cura di), *National systems of innovation: a comparative study*, Oxford, Oxford University Press, 1993.
- Nevitt, P. K., «Project financing» in *Rivista milanese di economia*, Serie Quaderni, 15, 1988.
- Niessler, R., «Cohesion, innovation/RTD and competitiveness: a regional perspective», relazione presentata alla XIV IASP World Conference on Science and Technology Parks, Trieste, 16-19 giugno 1997.
- Noble, D., *America by design*, New York (N. Y.), Knopf, 1977.
- Nonaka, I. e Takeuchi, H., *The knowledge-creating company*, Oxford, Oxford University Press, 1995.
- OECD, *Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Oslo manual*, Paris, 1992a.
- , *Technology and economy*, Paris, 1992b.

- , *Innovation, patents and technological strategies*, Paris, 1996.
- , *National innovation systems*, Paris, 1997a.
- , *Policy evaluation in innovation and technology*, Paris, 1997b.
- OECD-EUROSTAT, *Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Oslo manual*, Paris, 1997.
- Ordovery, J. A., «A patent system for both diffusion and exclusion» in *Journal of economic perspectives*, 5, 1991.
- Orsenigo, L., *The emergence of biotechnology. Institutions and markets in industrial innovation*, London, Pinter, 1989.
- , «Comments on N. Lamoreaux and L. Galambos, *Understanding innovation in the pharmaceutical industry*», relazione presentata al convegno *Understanding innovation in the pharmaceutical industry*, Baltimore (Ma.), John Hopkins University, 7 giugno 1997.
- Orsenigo, L., Pammolli, F. e Riccaboni, M., «Learning and the evolution of the network of collaborative relations in biotechnology» in *Journal of management and governance*, 1998.
- Patel, P. e Pavitt, K., «The technological competencies of the world's largest firms: complex and path-dependent, but not much variety» in *Research Policy*, 26, 1997.
- Pavitt, K., «Sectorial patterns of technological change: toward a taxonomy and a theory» in *Research Policy*, 13, 1984.
- , «What we know about the strategic management of technology» in *California management review*, 32, 1987.
- , «What makes basic research economically useful?» in *Research Policy*, 20, 1991.
- , *Academic research, technical change and government policy*, University of Sussex, Science policy research unit, mimeo, 1996.
- , *Technology management and systems of innovation*, Aldershot, Edward Elgar, 1999.
- Pavitt, K. e Patel, P., «Technological strategies of the world's largest companies» in *Science and public policy*, 6, 1991.

Riferimenti bibliografici

- Pavitt, K., Robson, M. e Townsend, J., «The size distribution of innovating firms in the UK: 1945-1983» in *Journal of industrial economics*, 35 (3), 1987.
- Peacock, A. e Wiseman, J., *The growth of public expenditure in the UK*, New York (N. Y.), NBER, 1961.
- Perrin, J., «Analyse des systèmes techniques» in R. Boyer, B. Chavance e O. Godard (a cura di), *Les figures de l'irreversibilité en économie*, Paris, Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 1991.
- Petit, P., *La croissance tertiaire*, Paris, Economica, 1988.
- Petroni, G., «Tipologia e caratteristiche strutturali dei parchi scientifici italiani: un contributo di analisi» in *Economia e politica industriale*, 85, 1995.
- Petroski, H., *Innovation by design*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1996.
- Pianta, M., «L'innovazione nell'industria italiana e gli effetti economici e occupazionali» in *Economia e politica industriale*, 89, 1996.
- Pianta, M. e Sirilli, G., «The use of innovation surveys for policy evaluation» in OECD 1997b, cit.
- Piore, M. J. e Sabel, C. F., *Le due vie dello sviluppo industriale. Produzione di massa e produzione flessibile*, Torino, ISEDI, 1987.
- Plate, K., «Reinventing science parks», relazione presentata alla V World Conference on Science Parks, Rio de Janeiro, 29-31 ottobre 1996.
- Preissl, B., «Strategic use of communication technology: diffusion processes in networks and environments» in *Information economics and policy*, 7, 1995.
- Quéré, M., «Basic research inside the firm: lessons from an in-depth case study» in *Research Policy*, 23, 1994.
- Reich, L. S., *The making of American industrial research*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985.
- Richardson, G. B., «The organization of industry» in *Economic Journal*, 82, 1972.

- Rodriguez-Clare, A., «Multinationals, linkages and economic development» in *American economic review*, 86, 4, 1996.
- Romeo, D., «Esportiamo Area, sviluppiamo il territorio» in *Area magazine*, 6, 1996.
- Romer, P., «What determines the rate of growth and technical change?» in *The World Bank policy, Planning and research working paper WPS 279*, Washington (D. C.), 1989.
- , «Endogenous technical change» in *Journal of political economy*, 98, 1990.
- Rosenberg, N., «Technological change in the machine tool industry, 1840-1910» in *Journal of economic history*, 33, 1963.
- , «Why do firms do research (with their own money)?» in *Research Policy*, 19, 1990.
- , *Exploring the Black Box*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- Rosenberg, N. e Nelson, R. R., «American universities and technical advance in industry» in *Research Policy*, 23, 1994.
- Rycroft, R. W. e Kash, D. E., «Complex technology and community: implications for policy and social science» in *Research Policy*, 23, 1994.
- Sah, R. e Stiglitz, J. E., «The architecture of economic systems: hierarchies and polyarchies» in *American economic review*, 76, 1986.
- Sancin, M., «Area science park: from “research park” to “local innovation system”», relazione presentata alla XIV IASP World Conference on Science and Technology Parks, Trieste 16-19 giugno 1997.
- Santarelli, E. e Piergiovanni, R., «Analysing literature-based innovation output indicators: the Italian experience» in *Research Policy*, 25, 1996.
- Santarelli, E. e Sterlacchini, A., «Statistiche e banche dati sull’innovazione tecnologica a livello di impresa: la situazione italiana» in *Rivista italiana degli economisti*, 1 (2), 1996.
- Scherer, F. M., *Innovation and growth: Schumpeterian perspectives*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1984.

Riferimenti bibliografici

- Schmalensee, R. e Willig, R. D. (a cura di), *Handbook of industrial organization*, Amsterdam, Elsevier, 1989.
- Schmookler, J., «Inventors past and present» in *Review of economics and statistics*, 39, 1989.
- Schumpeter, J. A., *Teoria dello sviluppo economico*, Firenze, Sansoni, 1971 (ed. or. 1912).
- , *Capitalismo, socialismo, democrazia*, Milano, Etas Libri, 1977 (ed. or. 1943).
- Scotchmer, S., «Standing on the shoulders of giants: cumulative research and the patent law» in *Journal of economic perspectives*, 5, 1991.
- Senker, J., «Tacit knowledge and models of innovation» in *Industrial and corporate change*, 4, 1995.
- Sequeira, K. e Martin, B., *The links between university physics and industry*, University of Sussex, Science policy research unit, Report to the Institute of Physics, 1996.
- Shapiro, C. e Stiglitz, J. E., «Equilibrium unemployment as a worker discipline device» in *American economic review*, 74, 1984.
- Sirilli, G., «Science and technology indicators» in G. Antonelli e N. De Liso (a cura di), *Economics of structural and technological change*, cit.
- Smith, K., «Economic infrastructures and innovation systems» in C. Edquist (a cura di), *System of innovation: technologies, institutions and organisations*, cit.
- Steinmueller, W. E., «Basic research and industrial innovation» in M. Dogson e R. Rothwell (a cura di), *The handbook of industrial innovation*, Aldershot, Edward Elgar, 1994.
- Stephan, P. E., «The economics of science» in *Journal of economic literature*, 34, 1996.
- Sterlacchini, A., «Inputs and outputs of innovative activities in Italian manufacturing» in *Quaderni di ricerca*, Università degli Studi di Ancona, 1996.

- Stigler, G. J., «The division of labour is limited by the extent of the market» in *Journal of political economy*, 59, 1951.
- Stiglitz, J. E., «Learning to learn localized learning and technological progress» in P. Dasgupta e P. Stoneman (a cura di), *Economic policy and technological performance*, cit.
- Stokes, D. E., *Pasteur's quadrant: basic science and technological innovation*, Washington (D. C.), Brookings Institution Press, 1997.
- Stoneman, P. (a cura di), *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Oxford, Blackwell, 1995.
- Swann, P. (a cura di), *New technologies and the firm: innovation and competition*, London, Routledge, 1994.
- Swann, P., Prevezer, M. e Stout, D. K., *The dynamics of industrial clustering*, Oxford, Oxford University Press, 1997.
- Sylos Labini, P., *Oligopolio e progresso tecnico*, Torino, Einaudi, 1975 (ed. or. 1956).
- Tanabe, Y., «Science parks in Japan and Kazusa Akademia Park. Lesson for economic development in Asia» in M. Guedes e P. Formica (a cura di), *The economics of science parks*, Brasilia, ANPROTEC, 1996.
- Tecnocity. Da Boston a Torino: le aree innovative nel mondo*, Torino, Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli, 1984.
- Teece, D. J., «Profiting from technological innovation» in *Research Policy*, 15, 1986.
- Teece, D. J. e Pisano, G., «The dynamic capabilities of firms: an introduction» in *Industrial and corporate change*, 3, 1994.
- Tesse, P. Y., «The “France technopoles” networks» in *Technopolis International*, num. 22 Prestige, dicembre 1994.
- Tether, B. S., «Growth diversity amongst innovative and technology-based new and small firms: an interpretation» in *New technology, work and employment*, 2, 1997.
- , «Industrial restructuring and innovative capacity: reflections on the UK experience of the 1980s and early 1990s», relazione presentata al convegno *Industrial structure, innovation dynamics and technology policy*, Lisbona, 16-17 ottobre 1998.

Riferimenti bibliografici

- Teubal, M. *et al.* (a cura di), *Technological infrastructure policy. An international perspective*, Boston (Mass.), Kluwer Academic Publishers, 1996.
- Thomas, L. G., «Implicit industrial policy: the triumph of Britain and the failure of France in global pharmaceuticals» in *Industrial and corporate change*, 3, 1994.
- Trau, F., «L'occupazione industriale e la dinamica delle imprese» in M. Vivarelli (a cura di), *Occupazione e disoccupazione in Italia. I fattori strutturali*, cit.
- UKSPA, «Foreword» to *Science Park Directory*, UKSPA, Sutton Coldfield, 1985.
- Utterback, J. M., *Mastering the dynamics of innovation: how companies can seize opportunities in the face of technological change*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1994.
- Utterback, J. M. e Suárez, F. F., «Innovation, competition, and industry structure» in *Research Policy*, 22, 1993.
- Varaldo, R. (a cura di), *I poli scientifico-tecnologici delle città universitarie. Il caso di Pisa*, Pisa, Centro Studi Economico Finanziari, 1991.
- Viale, R., «La tripla elica in Lombardia: evoluzione o concertazione nell'interazione tra ricerca, impresa e governo», relazione presentata alla Conferenza Regionale della Lombardia *Scenari dello sviluppo*, 4 marzo 1998.
- Viesti, G. (a cura di), «Le esportazioni dei sistemi italiani di piccola e media impresa» in *Quaderni di ricerca dell'Istituto per il commercio estero*, Roma, 1997.
- Vincenti, W. G., *What engineers know and how they know it*, Baltimore (Ma.), John Hopkins University Press, 1990.
- , «The technical shaping of technology: real world constraints and technical logic in Edisons electrical lighting system» in *Social studies of science*, 25, 1995.
- Vivarelli, M. (a cura di), *Occupazione e disoccupazione in Italia. I fattori strutturali*, Milano, Giuffrè, 1997.
- Vivarelli, M., Evangelista, R. e Pianta, M., «Innovation and em-

- ployment in the Italian manufacturing industry» in *Research Policy*, 25, 1996.
- von Hippel, E., *The sources of innovation*, New York (N. Y.), Oxford University Press, 1988.
- von Tunzelmann, G. N., *Technology and industrial progress. The foundations of economic growth*, Aldershot, Edward Elgar, 1995.
- Weinburg, A. M., *Reflections on big science*, London, Pergamon Press, 1967.
- Wicksteed, W., «Science Parks. New issues for an instrument approaching maturity», relazione presentata alla XIV IASP World Conference on Science and Technology Parks, Trieste, 16-19 giugno 1997.
- Williams, G. L., «Gran Bretagna: problemi dell'autonomia» in A. Staropoli et al., *Modelli di università in Europa e la questione dell'autonomia*, Torino, Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli, 1996.
- Williamson, O. E., *Markets and hierarchies*, New York (N. Y.), Free Press, 1975.
- , *The economic institutions of capitalism*, New York (N. Y.), Free Press, 1985.
- Winter, S. G., «Knowledge and competence as strategic assets» in D. J. Teece (a cura di), *The competitive challenge*, Cambridge, Ballinger, 1987.
- Wise, G., «Science and technology» in *Osiris*, 1, 1985.
- Wright, B., «The economics of invention incentives: patent prizes and research contracts» in *American economic review*, 73, 1983.
- Wright, G., «The origins of american industrial success, 1879-1940» in *American economic review*, 80, 1990.
- Zagnoli, P., *I rapporti tra imprese nei settori ad alta tecnologia. Il caso della Silicon Valley*, Torino, Giappichelli, 1990.
- Zanfei, A., «L'organizzazione internazionale delle attività innovative» in *Economia e politica industriale*, 90, 1996.
- Zucker, L., Darby, M. e Armstrong, J., «Intellectual capital and the firm: the technology of geographically localized knowledge spillovers», NBER, working paper 4946, 1994.

Nota sugli autori

Cristiano Antonelli, professore straordinario di Politica Economica presso l'Università di Torino, è uno dei principali studiosi europei di economia dell'innovazione.

Daniele Archibugi, dirigente del CNR e Commissario dell'Autorità per servizi pubblici locali di Roma. Consulente della Comunità Europea, dell'Ocse e di diverse agenzie delle Nazioni Unite, ha insegnato in università italiane e straniere.

Emanuela Cancogni, laureata presso l'Università Commerciale Bocconi di Milano, lavora attualmente presso Bain, Cuneo & Associates.

Fabrizio Cesaroni, laureato presso la Facoltà di Economia dell'Università di Urbino, frequenta attualmente il programma di Dottorato in Economia e Management della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.

Rinaldo Evangelista, svolge attività di ricerca all'Istituto di Studi sulla Ricerca e Documentazione Scientifica del CNR (Isrds-CNR) su tematiche inerenti l'economia del cambiamento tecnologico.

Alfonso Gambardella, professore associato di Economia e gestione delle imprese della Facoltà di Economia dell'Università di Urbino. Si occupa dei rapporti tra scienza e innovazione collaborando a numerosi progetti di ricerca internazionali.

Aldo Geuna, *lecturer* allo SPRU - Science and Technology Policy Research, University of Sussex, dove insegna Economia della

Nota sugli autori

scienza e del cambiamento tecnologico e Metodologia di ricerca. I suoi interessi di ricerca includono l'economia della produzione di conoscenze, l'economia industriale e le politiche scientifiche e tecnologiche.

Alessandra Lanza, (*PhD candidate*, Università di Manchester) è attualmente economista all'Ufficio Studi Economici Fiat S.p.A, dove si occupa di Unione Monetaria Europea, Europa dell'Est e Medio Oriente.

Martin Marchesi, (*M.A. in Economics e PhD candidate*, Università di Manchester) si occupa di *planning* in materia di Capital Management e di analisi della posizione competitiva del Gruppo presso la funzione Pianificazione e Controllo di Gestione del Gruppo Sanpaolo-IMI.

Myriam Mariani, lavora presso il MERIT, Maastricht University, Olanda.

J. Stan Metcalfe, professore di economia presso la Victoria University of Manchester, è titolare della cattedra Stanley Jevons, direttore del CRIC (Centre for Research on Innovation & Competition) e attualmente Presidente della International Joseph Schumpeter Society.

Leopoldo Nascia, collaboratore ISTAT. Ha lavorato con lo STOÀ e l'Istituto di Studi sulla Ricerca e Documentazione Scientifica del CNR (Isrds-CNR) nel campo dell'analisi quantitativa dell'innovazione nell'industria manifatturiera e nei servizi.

Luigi Orsenigo, professore associato di Politica Economica all'Università Commerciale Luigi Bocconi di Milano, si occupa prevalentemente di economia dell'innovazione e dinamica industriale.

2000 01 02 03

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Finito di stampare il 10 novembre 1999
dalla Tipolito Subalpina s.r.l. in Torino

Grafica copertina di Gloriano Bosio